机器视觉之二：计算机视觉为驾驶保驾护航

2018.09.27

司 伟（分析师）
电话： 020-88832292
邮箱： si.wei@gzgzhs.com.cn
执业编号： A1310518080001

- **全球计算机视觉快速发展，相对而言我国当前应用领域仍相对较窄，ADAS视觉方案是计算机视觉未来一大应用趋势**

  21 世纪，在数据、算力、算法并行驱动下，世界计算机视觉产业得以迅速发展，预计 2025 年全球计算机视觉软硬件和服务收入将从 2016 年的 11 亿美元增长到 262 亿美元。我国计算机视觉产业也正步入快速成长期，但目前应用仍相对较窄，67.9%集中在安防影像分析，高级驾驶辅助系统（ADAS）领域是计算机视觉未来主要应用方向。预计随着成本降低和政策的进一步放开，我国 ADAS 渗透率将整体提升，今年已售车型 ADAS 功能渗透率已达 16.4%，2020 年将迎来超过 200 亿元的市场，适用领域最广的 ADAS 视觉系统及其相关产业链将在此轮 ADAS 爆发过程中成最大增长点之一。

- **硬件领域：车载摄像头硬件行业潜力巨大，具有先发优势的企业在此轮增长中更为受益**

  在 ADAS 发展过程中，双目方案的兴起、视觉盲区的克服都会带来车载摄像头数量的增加，预计未来汽车上的摄像头数量将达到 12 个以上，而 L3 以上的车型需求更高。此外，车载摄像头价格走低至 150 元左右，摄像头方案将能够更好地在中低端车型市场得到推广。因此，车载摄像头硬件市场潜力巨大，上游产业也将因此受益，由于模组封装技术和客户渠道上有一定的壁垒，在该领域有一定布局的企业在此轮增长中会更具优势。

- **算法领域：Mobileye 是视觉算法领域行业翘楚，地位难以撼动，可关注其中国本土化进程中相关合作方**

  随着深度学习的加入，算法水平迅速提高，当前视觉算法准确率实验室测试结果差别不大，实车测试重要性将愈发突出。Mobileye 在智能驾驶视觉识别前装领域市占率达 70%，是行业绝对的龙头。从近年来的动作来看，Mobileye 加快中国的本土化进程，2017 年我国已有 27 家汽车制造商采用了 Mobileye 的 ADAS 解决方案，未来可关注与 Mobileye 开展合作的企业。对于我国初创算法企业，在技术上难以超越 Mobileye 的情况下则需要利用本土路况数据优势，从体量更大的的后装市场切入。

- **投资建议：短期关注车载摄像头放量和上下游产业链需求释放，长期寻找芯片和视觉算法赛道机遇**

  短期来看，全球手机市场出货量正在下滑，行业红利逐渐消退。相较而言，车载摄像头总体市场规模虽然不及手机摄像头，但行业潜力较大，预计到 2021 年中国国内乘用车市场摄像头装车量增长到 3180 万颗，年均增长约 49.3%，产业链上下游厂商将因此受益。长期来看，通用场景下 L4 以上无人驾驶车型的量产和广泛应用在中短期仍存在诸多阻碍，真正开始普及至少还有 10 年时间，高端芯片和视觉算法会随着无人驾驶的逐步普及而广泛应用，而未来能满足车规级要求和量产要求的产品能够分得蛋糕。

- **重点关注标的：** 欧菲科技（002456.SZ）、富瀚微（300613.SZ）、韦尔股份（603501.SH）、联创电子（002036.SZ）、赛格导航（832770.OC）
- **风险提示：** 关键技术瓶颈无法突破风险；ADAS 渗透不及预期风险。

相关报告

1、机器人视觉：让中国制造 2025“看”的更远

广证恒生

做中国新三板研究极客

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

目录

目录 2
图表目录 3
1. 计算机视觉技术：机器之眼服务智能生活 5
1.1 计算机视觉简介 5
1.2 数据、算力、算法并进驱动计算机视觉发展 5
1.3 我国计算机视觉产业快速成长，应用领域亟待拓宽 6
1.3.1 我国计算机视觉产业正步入快速成长期 6
1.3.2 我国计算机视觉算法先进，但应用领域有待拓宽 7
2. ADAS 视觉方案——计算机视觉为驾驶保驾护航 9
2.1 ADAS 为无人驾驶吹响前奏，我国百亿市场蓄势待发 9
2.2 ADAS 视觉系统：利用计算机视觉让汽车感知世界 12
2.2.2 ADAS 视觉系统基本原理 13
2.2.2 视觉方案是适用领域最广且不可替代的 ADAS 方案 13
2.2.2 视觉系统相关产业前景可期 15
3. ADAS 视觉产业细分领域解剖 16
3.1 车载摄像头：市场相对成熟，行业潜力巨大 16
3.1.1 车载摄像头种类 16
3.3.2 多重因素激发车载摄像头市场潜力 17
3.3.3 上游产业链市场较为成熟，行业龙头优势明显 19
3.2 核心算法芯片：FPGA 方案符合要求，标杆产品仍未出现 22
3.3 算法：Mobileye 领先地位难以撼动 24
3.3.1 算法水平发展迅猛，实车测试愈发重要 24
3.3.2 Mobileye：ADAS 视觉算法行业翘楚 25
3.3.3 我国算法企业：巨人难以超越，把握后装市场机遇 27
4. 投资建议 29
4.1 短期关注车载摄像头放量，产业链需求释放 29
4.2 长逻辑关注芯片和视觉算法赛道，车规与量产为王 30
4.3 重点关注标的 31

图表目录

图表 1. 计算机视觉解决问题 5
图表 2. 工业视觉与计算机视觉区别 5
图表 3. 全球数据储量 6
图表 4. 全球计算机视觉软件、硬件和服务收入 6
图表 5. 我国计算机视觉公司成立数量 6
图表 6. 我国计算机视觉企业融资阶段 6
图表 7. 截至 2018 年 5 月计算机视觉企业融资额 7
图表 8. 人工智能细分领域融资额分布 7
图表 9. 我国计算机视觉产业正步入快速成长期 7
图表 10. 计算机视觉应用领域 8
图表 11. SAE 自动驾驶分级 9
图表 12. 部分车企自动驾驶发展规划 10
图表 13. 自动驾驶汽车保有量 10
图表 14. ADAS 分类 11
图表 15. ADAS 主要搭载在高端车型上 11
图表 16. 全球及中国 ADAS 各项功能市场渗透率 11
图表 17. 近两年我国 ADAS 渗透率明显提升 12
图表 18. 全球 ADAS 市场规模预测 12
图表 19. ADAS 视觉系统基本原理 13
图表 20. 不同传感器优缺点对比 13
图表 21. 市面自动驾驶车型 ADAS 传感器数量 14
图表 22. 不同传感器的对不同 ADAS 功能的适用情况 14
图表 23. ADAS 视觉系统可实现功能 14
图表 24. 2016 年车载传感器市场规模 15
图表 25. 预计 2022 年车载传感器市场规模 15
图表 26. 车载摄像头布局 16
图表 27. 车载摄像头类型 16
图表 28. 双目方案技术原理 17
图表 29. 单目方案和双目方案比较 17
图表 30. 汽车行驶盲区 18
图表 31. 车载摄像头单价 19
图表 32. 车载摄像头产业链 19
图表 33. 全球摄像头镜头厂商及市场份额 20
图表 34. 舜宇光学车载镜头出货量 20
图表 35. CCD 和 CMOS 区别 20
图表 36. 全球 CMOS 市场占有率 21
图表 37. 全球车载 CMOS 市场占有率 21
图表 38. 图像处理器 ISP 工作原理 22
图表 39. 全球车载摄像头模组主要封装商及市场份额 22
图表 40. ASIL 等级评估对照表 23
图表 41. 我国 ADAS 视觉算法芯片产品（从左到右：地平线、森国科、寒武纪） 23
图表 42. 视觉识别流程 24
图表 43. ImageNet 比赛图像识别正确率 24
图表 44. KITTI 评测平台车辆追踪准确率 24

图表 45. Mobileye 发展历史 25
图表 46. Mobileye 研发费用（退市前） 26
图表 47. Mobileye EyeQ 各代产品 26
图表 48. Mobileye 营业收入（退市前） 27
图表 49. EyeQ 出货量 27
图表 50. 我国部分算法公司情况 28
图表 51. CMOS 图像传感器市场规模（分应用领域） 29
图表 52. 中国国内乘用车市场摄像头装车量 29
图表 53. 全球车载摄像头市场规模 29
图表 54. 车规级基本要求 30

1.计算机视觉技术：机器之眼服务智能生活

1.1 计算机视觉简介

计算机视觉（Computer Vision，简称 CV）是指通过计算机及其相关设备模拟人的视觉系统，通过对采集的图片或视频进行处理以获得相应场景的三维信息，以适应、理解外界的环境和控制自身的运动。计算机视觉目的是让机器代替人眼，解决物体识别、物体形状和方位确认以及物体运动判断三大问题。

图表1. 计算机视觉解决问题

资料来源：公开资料整理、广证恒生

与目前在半导体、汽车、包装等行业的制造、检测上使用较为广泛的工业视觉相比，计算机视觉更侧重于在智能生活领域的应用。而计算机视觉更多注重（2D, 3D）图像信号本身的研究以及和图像相关的交叉学科研究（医学图像分析，地图导航），通常是“眼睛对着人”。由于应用场景相对复杂，识别物体类型多，缺乏规律性，计算机视觉通常对相机或摄像头要求不高，而对算法往往有更高要求。

图表2. 工业视觉与计算机视觉区别

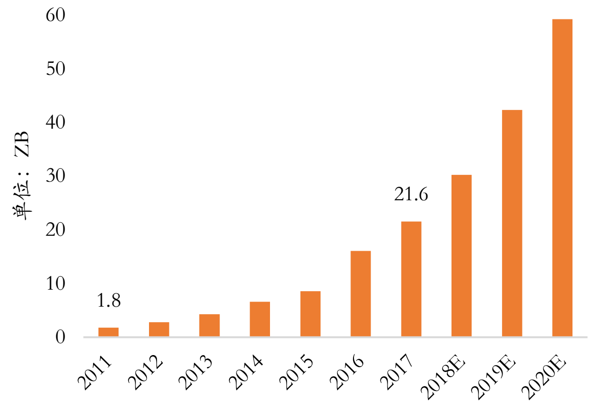
机器视觉	工业视觉	计算机视觉
应用领域	智能制造	智能生活
功能目标	解决需要人眼进行工件定位、测量、检测等重复性劳动	赋予智能机器人视觉，实现对于外界位置信息、图像信息的识别和判断
硬件需求	要求较高，需要对工业相机的帧频、分辨率等指标依据需求筛选	除特殊情况，大部分对于相机或摄像头的要求并不高
算法需求	往往侧重于精确度的提高	更加复杂，侧重于采用数学逻辑或深度学习进行物体的标定与识别
产业成熟度	较高，在半导体、包装等行业的测量、检测已有较为广泛的应用	总体上初创阶段，初创企业层出不穷

资料来源：公开资料整理、广证恒生

1.2 数据、算力、算法并进驱动计算机视觉发展

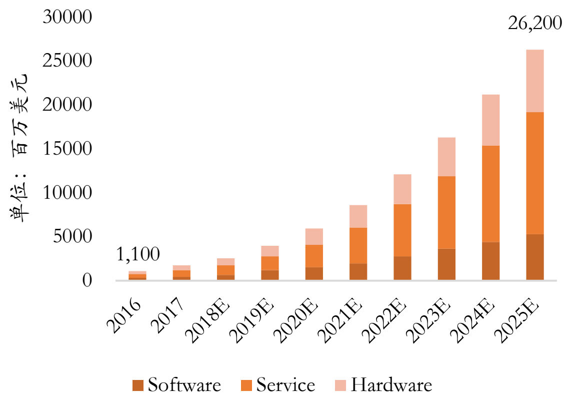
计算机视觉产业由技术驱动，而技术的核心在于数据、算力和算法三个方面。21 世纪，随着互联网浪潮兴起，数据储量急剧增加，而深度学习算法的出现恰好能够将数据集归纳出逻辑，实现精准的物体识别和场景识别。而 1999 年，GPU 的出现突破了传统 CPU 的算力瓶颈，数据运算速度和处理规模爆发性增长，从而为大数据的分析提供硬件上的支撑。在数据、算力、算法并行驱动下，世界计算机视觉产业得以迅速发展。据美国市场调研机构 Tractica 的最新预测，2025 年全球计算机视觉软件、硬件和服务收入将从 2016 年的 11 亿美元增长到 262 亿美元。

图表3. 全球数据储量



资料来源：IDC、广证恒生

图表4. 全球计算机视觉软件、硬件和服务收入



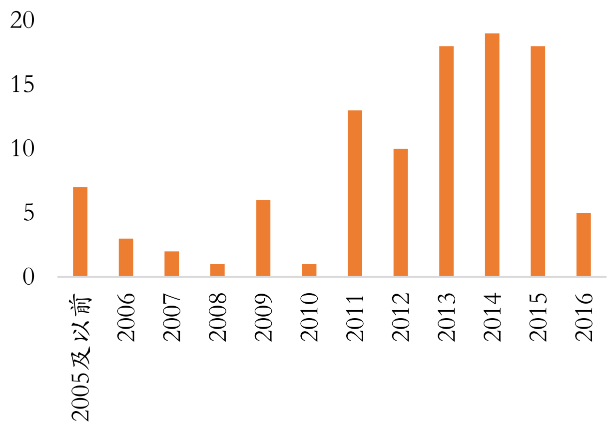
资料来源：Tractica、广证恒生

1.3 我国计算机视觉产业快速成长，应用领域亟待拓宽

1.3.1 我国计算机视觉产业正步入快速成长期

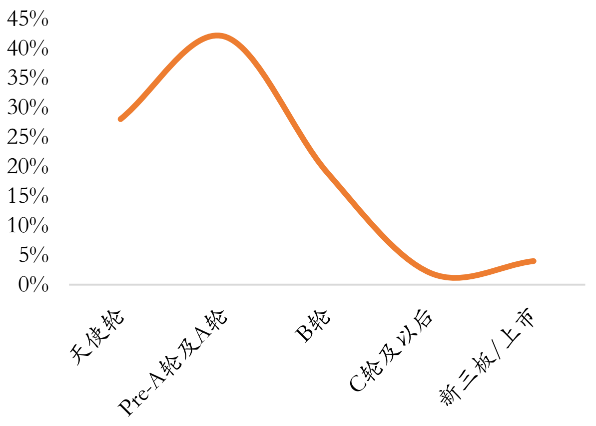
2011 年是我国计算机视觉发展元年，企业成立数量达 13 家，此后从事计算机视觉领域的企业显著增加，目前初创企业较多，而从融资阶段来看，处于天使轮融资和 A 轮融资的企业较多。

图表5. 我国计算机视觉公司成立数量



资料来源：36 氪、广证恒生（截至 2016-08）

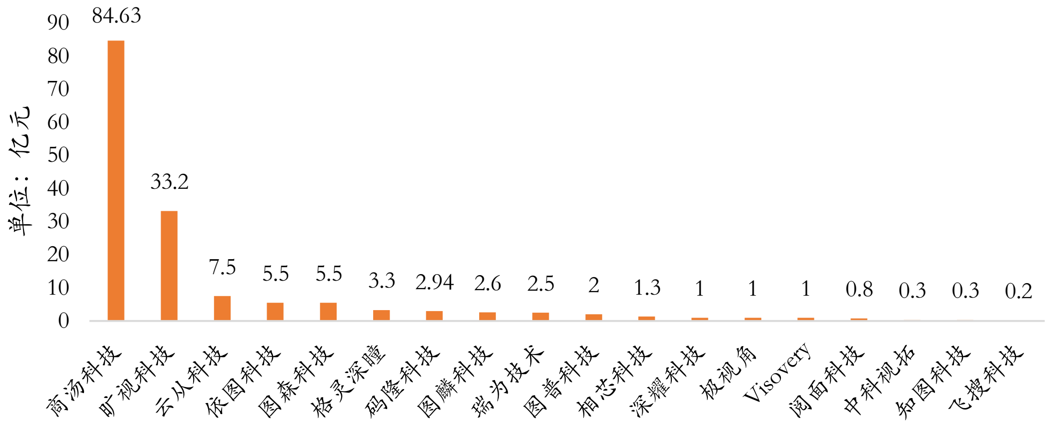
图表6. 我国计算机视觉企业融资阶段



资料来源：36 氪、广证恒生

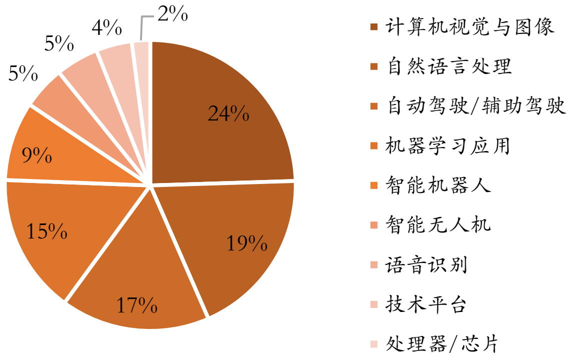
在人工智能领域细分领域，计算机视觉颇受资本青睐，行业 1/4 的融资额流入计算机视觉与图像领域。而在今年市场流动性较为紧张的情况下，在 AI 创投领域计算机视觉概念热度不减。2018 年 4 月，商汤宣布获 6 亿美元 C 轮融资，5 月底，又宣布再获 6.2 亿美元 C+轮融资，估值超过 45 亿美元。6 月中旬，依图宣布完成 2 亿美元 C+轮融资。明星企业得到巨额融资，行业开始呈现马太效应。

图表7. 截至 2018 年 5 月计算机视觉企业融资额



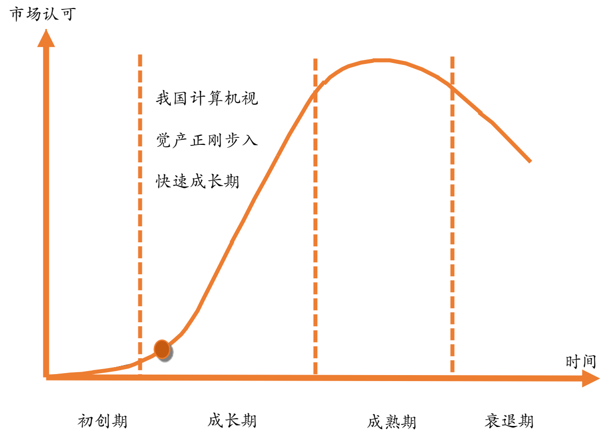
资料来源：前瞻产业研究院、广证恒生

图表8. 人工智能细分领域融资额分布



资料来源：中国产业研究网、广证恒生

图表9. 我国计算机视觉产业正步入快速成长期



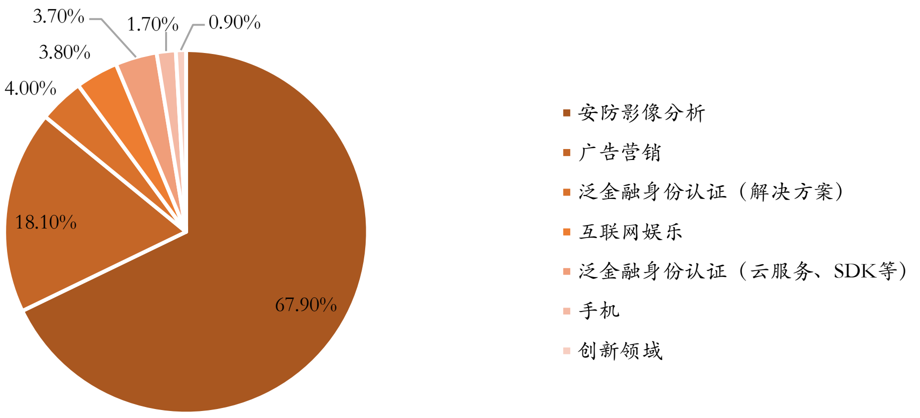
资料来源：广证恒生

1.3.2 我国计算机视觉算法先进，但应用领域有待拓宽

经过企业与高校的不懈努力，国内计算机视觉相关算法已达到国际顶尖水平。在 2017 年计算机视觉领域权威评测 ImageNet 大规模图像识别挑战赛（Large Scale Visual Recognition Challenge）上，奇虎和南京信息工程大学团队分别在物体定位和物体检测项目上取得了最佳成绩。国内自动驾驶公司 Momenta 研发团队（WMW）的孙刚和胡杰与来自牛津大学的申丽合作，提出 SE 架构，以 2.3%的识别错误率荣获物体识别冠军，此前最佳成绩是 2.99%。公安部三所、海康威视、商汤科技、香港中文大学、南京信息工程大学均曾在比赛中夺魁。

虽然我国计算机视觉算法领先，已经成为人工智能领域最火热的赛道，但计算机视觉的应用领域仍有待拓宽。目前，我国计算机视觉技术的应用仍主要集中在安防影像分析，如重要场所的监控、公安部门人脸识别分析等。计算机视觉本身商业落地场景广阔，能够有效解决应用行业的痛点，市场发展空间巨大，未来在智能驾驶等领域会进一步拓展。

图表10. 计算机视觉应用领域



资料来源：前瞻产业研究院、广证恒生

2.ADAS 视觉方案——计算机视觉为驾驶保驾护航

2.1 ADAS 为无人驾驶吹响前奏，我国百亿市场蓄势待发

自动驾驶是指汽车至少在某些具有关键安全性的控制功能方面（如转向、油门或制动），无需驾驶员直接操作即可自动完成控制动作。国际汽车工程学会 SAE 将自动驾驶划分为辅助驾驶、 部分自动化、有条件自动化、高度自动化、完全自动化 5 个等级，我们通常所说的无人驾驶并不等同于自动驾驶，而是自动驾驶的 L4 和 L5 级别。

图表11. SAE 自动驾驶分级

SAE 分级	名称	SAE 定义	转向和加减速操控的执行者	对驾驶环境的监控者	复杂情况下动态驾驶任务的执行者	系统支持的路况和驾驶模式
L0	非自动化	所有驾驶任务都由人类驾驶员进行操控（即便安装了警告和干预系统）	人类驾驶员	人类驾驶员	人类驾驶员	不适用
L1	辅助驾驶	在特定驾驶模式下由一个辅助驾驶系统根据驾驶环境信息控制转向或加减速中的一种，并期望人类驾驶员完成所有其他动态驾驶任务	人类驾驶员&系统	人类驾驶员	人类驾驶员	部分路况和驾驶模式
L2	部分自动化	在特定驾驶模式下由一个或多个辅助驾驶系统根据驾驶环境信息控制转向和加减速，并期望人类驾驶员完成所有其他动态驾驶任务	系统	人类驾驶员	人类驾驶员	部分路况和驾驶模式
L3	有条件的自动驾驶	在特定驾驶模式下由一个自动驾驶系统完成所有动态驾驶任务，但期望人类驾驶员能正确响应请求并接管操控	系统	系统	人类驾驶员	部分路况和驾驶模式
L4	高度自动化	在特定驾驶模式下由一个自动驾驶系统完成所有动态驾驶任务，即便人类驾驶员无法正确响应请求并接管操控	系统	系统	系统	部分路况和驾驶模式
L5	全自动化	自动驾驶系统在全部时间、全部路况和环境条件下（可由人类驾驶员管理）完成所有动态驾驶任务	系统	系统	系统	全部路况和驾驶模式

资料来源：公开资料整理、广证恒生

从 L2 进阶到 L3 是自动驾驶领域的跨越。L2 本质上还是由人来观测驾驶环境，尽管能够由系统来控制加减速过程，即做到解放双手和双脚，但需要驾驶座上有驾驶员，遇到紧急情况下可以直接进行接管。而在 L3 时，驾驶员已经可以完全把驾驶任务托付给车辆，只需要在车内或车外留有监控计算机即可。实现 L2 到 L3 最大的难点在于难以保证自动驾驶的感知与决策能力能够与人类相当。倘若汽车想要达到 L3 这一等级，必须能够保证极低的错误率，这建立在硬件和算法都发展到一定高度的基础上。目前市面上唯一声称达到 L3 的量产车奥迪 A8 也在一定的路况条件下才能开启自动驾驶系统。

当前一些汽车厂商如福特也在寻求跳过 L3 直接进入 L4 的研发，因为 L3 级其实是一个“人机共驾”的过程，要求驾驶员要准备随时接管，而在自动驾驶模式下驾驶员又容易放松警惕，因此会产生安全隐患。同时，在法律上对于“人机共驾”时发生的驾驶事故中汽车和人的责任界定还非常不明确，这也给 L3 的

落地带来阻力。

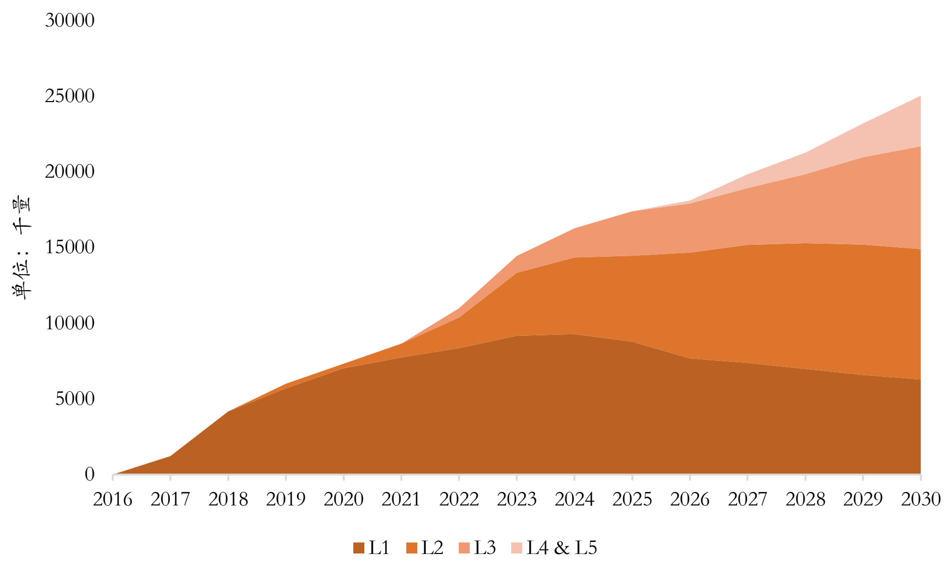
图表12. 部分车企自动驾驶发展规划

汽车产商	已推出车型	规划
通用	L2 级别车型凯迪拉克 CT6	2019 年直接实现 L5 级别 Cruise AV 的量产
奥迪	低速条件下 L3 级别车型 A8	2019 年量产 L4 级别 Elaine
特斯拉	L2 级别系统 Autopilot2.0	2020 年推出 L5 级别无人驾驶汽车
福特	-	2021 年实现 L4 级别无人驾驶汽车的量产（已推迟）
宝马	-	2021 年实现 L3 级别 iNext 量产

资料来源：公开资料整理、广证恒生

无论是 L3 或 L4，以当前的技术，无人驾驶并不能像汽车厂商所规划的一样在几年内在通用领域实现商业化。根据摩根大通的预测，未来五年增长最快，渗透率最高的仍是 L1 和 L2 车型。相对而言，辅助驾驶的技术相对成熟且不断在完善，而渗透率还相对较低。辅助驾驶是自动驾驶的前提，在无人驾驶还未能真正实现商业化的阶段，**辅助驾驶将在行驶安全等方面展示出巨大作用，在未来几年也将面临较大的成长空间。**

图表13. 自动驾驶汽车保有量



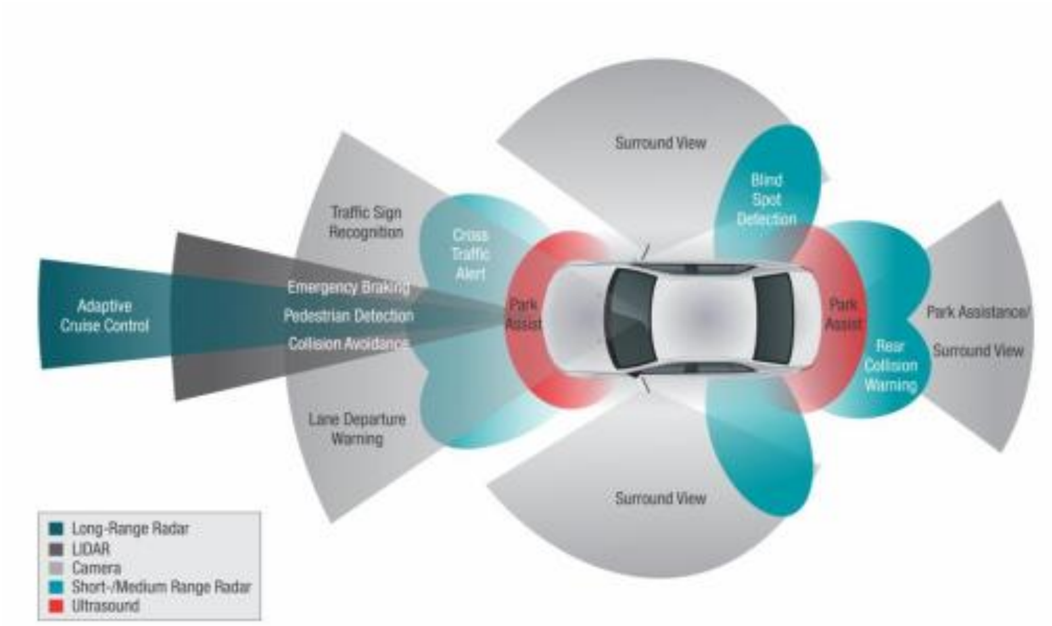
资料来源：J.P. Morgan、中投顾问、广证恒生

辅助驾驶的核心在于高级辅助驾驶系统（Advanced Driver Assistance System，简称 ADAS）。ADAS 是一个利用雷达、摄像头等传感器采集汽车周围环境数据，进行静态或动态物体识别、跟踪并结合地图数据做出相应行为决策的主动安全功能集成控制系统。ADAS 能够使驾驶员觉察可能发生的危险，必要时直接控制车辆避免碰撞，提高驾驶的安全性和舒适性。ADAS 是自动驾驶的前提，其最终目标是实现无人驾驶。

图表14. ADAS 分类

高级辅助驾驶系统ADAS

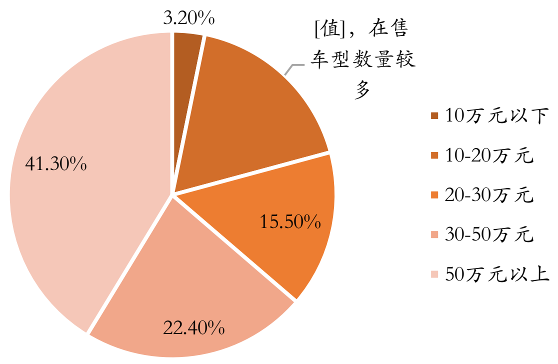
- 导航与实时交通系统TMC
- 电子警察系统ISA
- 车联网
- 自适应巡航ACC
- 车道偏移报警系统LDWS
- 车道保持系统LKS
- 碰撞避免或预碰撞系统FCAS
- 夜视系统NVS
- 自适应灯光控制
- 行人保护系统
- 自动泊车系统
- 交通标志识别TSR
- 盲点探测
- 驾驶员疲劳探测
- 下坡控制系统
- 电动汽车报警系统



资料来源：OFweek、广证恒生

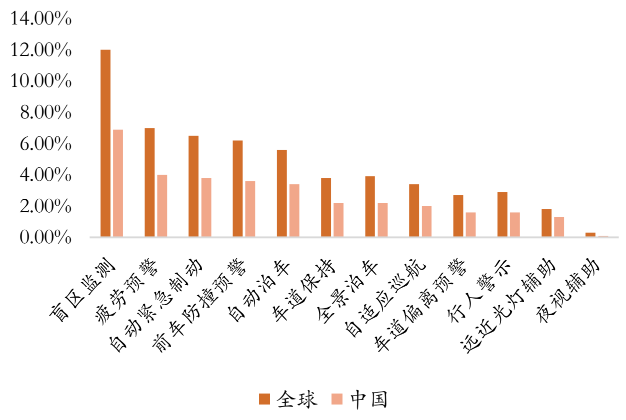
ADAS 的热度从 2015 年开始上升，慢慢进入人们的视野。但由于此前 ADAS 相关技术还不是很成熟，规模化生产存在难度，系统价格较高，因此主要搭载在中高端车型上，41.3%的 ADAS 相关功能搭载于 50 万元以上车型。价格不菲也导致 ADAS 全球整体渗透率偏低，仅有盲区监测功能的渗透率超过 10%。而我国在这方面布局稍晚，相关政策出台也较慢，因此各项功能渗透率也远低于全球水平。

图表15. ADAS 主要搭载在高端车型上



资料来源：盖世汽车研究院、广证恒生

图表16. 全球及中国 ADAS 各项功能市场渗透率

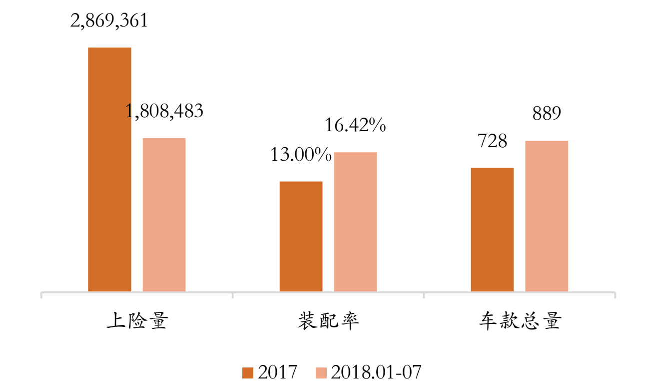


资料来源：盖世汽车研究院、广证恒生

而近两年随着相关技术的日趋成熟，算法算力提升迅速，硬件成本降低，ADAS 系统价格不断下降，ADAS 产业显然已有爆发态势。根据 Frost&Sullivan 测算，当 ADAS 系统价格低至 1000 美元时，其将成为市场进入普及阶段，而目前我国较为成熟的 ADAS 双目视觉产品在 4000 元左右。从前装市场来看，近两年 ADAS 市场渗透率不断提升。根据上险量统计，2018 年前 7 个月就有 1,808,483 辆新车装配有 ADAS 相关功能，共涉及 889 个车型，已经超过了去年全年的量，装配率从 13%提升到了 16.4%。此外，ADAS 功能向中低端车型渗透趋势明显，目前有 20.8%搭载在 20 万元以下的车型上，且大部分为在售车型。

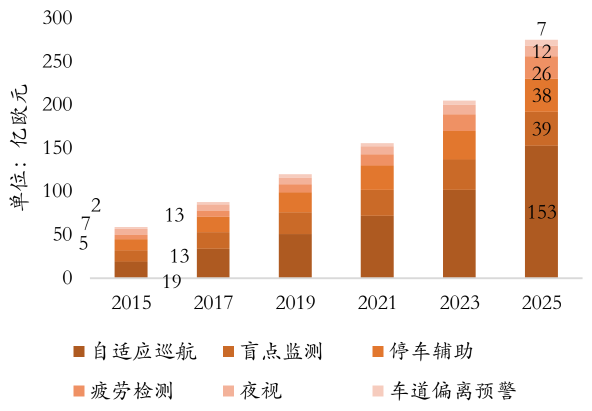
随着人们对驾驶安全水平需求的不断提高，以及 ADAS 相关技术不断成熟，ADAS 市场呈现爆发式增长。目前，许多国家开始考虑强制新车采用某些 ADAS 技术，美国高速公路安全管理局（NHTSA）甚至建议，到 2022 年美国新车强制加装 ADAS 系统。预计到 2025 年，ADAS 能够基本覆盖前装市场，整体市场规模近 300 亿欧元。而我国在消费结构升级、中产阶级购车需求增加、相关政策的进一步放开等众多利好因素共同作用下，ADAS 渗透率将整体提升，保守估计 2020 年我国 ADAS 市场规模能达到 200 亿元以上。

图表17. 近两年我国 ADAS 渗透率明显提升



资料来源：盖世汽车研究院、广证恒生

图表18. 全球 ADAS 市场规模预测



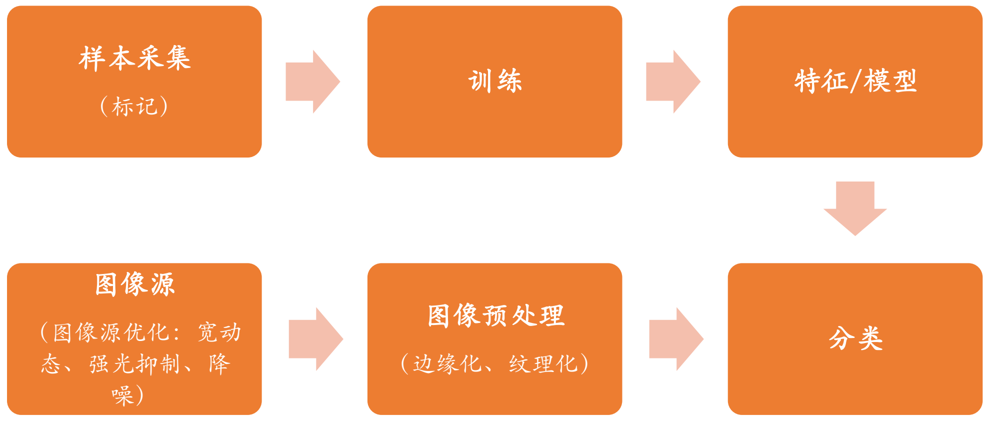
资料来源：Roland Berger、广证恒生

2.2 ADAS 视觉系统：利用计算机视觉让汽车感知世界

2.2.2 ADAS 视觉系统基本原理

ADAS 视觉系统作为 ADAS 的一部分，其基本原理与 ADAS 类似。首先是模型的建立，包括样本的采集及标记，同时对标记的样本进行大范围训练来提取特征和模型，这也是目前的技术攻克重点。其次是在实际应用中通过车载摄像头来采集车身已经周边环境信息，感光芯片将周围图像用数字形式记录并发送给自动驾驶系统的计算机，计算机根据采集到的信息来进行道路、车辆、行人和路标的分类识别，提供决策信息，这一过程重点在于对图像源的优化和预处理。从基本工作原理可以看出，摄像头的视觉 ADAS 产品主要由软硬件组成，硬件包括摄像头模组、核心算法芯片，软件即大范围训练后得到的算法。

图表19. ADAS 视觉系统基本原理



资料来源：汽车之家、广证恒生

2.2.2 视觉方案是适用领域最广且不可替代的 ADAS 方案

依据传感信号分类，目前 ADAS 系统所采用的的传感器有四类，分别是摄像头、激光雷达、毫米波雷达和超声波雷达。整体而言，并没有任何一种传感器能完全满足自动驾驶的所有需求。通常为了保证安全性，每块区域需要两个或两个以上的传感器覆盖，达到相互校验的效果。自动驾驶汽车需要多种传感器的辅助配合才能得到完整立体的信息顺利行驶。

图表20. 不同传感器优缺点对比

	摄像头	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达
优点	分辨率高，速度快，体积小但传递的信息丰富，且成本低	方向性好，测量精度高，对光线不敏感，收集的信息内容丰富	价格相对不高，对周边车辆的检测准确度较高，应速度快，操作简单，能适应恶劣天气	价格较低，原理简单，数据处理相对可靠快捷
缺点	易受光照因素影响，三维信息测量精度较低，需要较强计算能力	价格昂贵，且缺少色彩信息，收集的数据需要极高计算能力，扫描速度慢，不便于车载集成	无法感知平面目标信息，无法判断所识别物体的大小，且相对分辨率较低	分辨率差，不能真实反映物体内容，环境适应度差，只能用于近距离测量

资料来源：公开资料整理、广证恒生

图表21. 市面自动驾驶车型 ADAS 传感器数量

	摄像头	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达
凯迪拉克 CT6	?	-	5	?
特斯拉 Model S	8	-	1	12
奥迪 A8	5	1	5	12
宝马 7 Series	5	-	?	12
奔驰 S class	5	-	?	12

资料来源：公开资料整理、广证恒生

但 ADAS 发展至今，**摄像头仍然是适用领域最广的传感器，视觉方案也是适用领域最广的 ADAS 方案。**当前在传统领域，摄像头已经被广泛应用在行车记录仪、倒车影像上。一般通过安装在车身各个位置的广角摄像头采集影像，生成影像或拼接形成视图从而起到补充驾驶员视觉盲区的作用，不用涉及整车控制更加注重视频处理。而在无人驾驶技术高速发展的阶段，基于摄像头的 ADAS 视觉可以单独实现路标识别、车道线感应、行人识别、车辆识别等特殊功能，相比于其他传感系统，对物体类型和颜色的准确识别是视觉系统无法比拟的优势，加上摄像头硬件成本相对低廉而近年计算机视觉发展迅速，采用摄像头捕获信息的方式不仅难以被取代，在可见的将来还有较大发展潜力。

图表22. 不同传感器的对不同 ADAS 功能的适用情况

	摄像头	激光雷达	毫米波雷达	超声波雷达
自适应前灯(AFL)	√			
夜视系统(NV)	√			
自适应巡航(ACC)	√	√	√	
车道偏离预警(LDW)	√		√	
紧急制动辅助(EBA)	√	√	√	
车道保持系统(LKS)	√	√	√	
行人探测(PWC)	√	√	√	
盲点监测(BSD)	√	√	√	√
变道辅助(LGA)	√	√	√	√
泊车辅助(PA)	√	√	√	√
交通信号识别(TSR)	√			

资料来源：公开资料整理、广证恒生

图表23. ADAS 视觉系统可实现功能

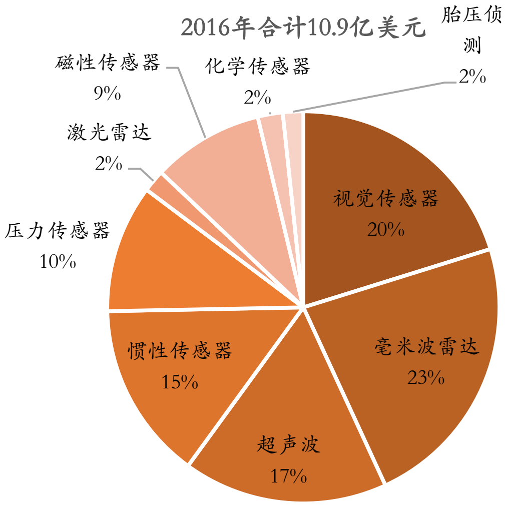
	预警	控制
横向	车道偏离警告（LDW）	车道保持功能（LKA）
纵向	前车碰撞预警（FCW）	紧急制动刹车（AEB）
	行人碰撞预警（PCW）	
		自适应巡航（ACC）

资料来源：车云网、广证恒生

2.2.2 视觉系统相关产业前景可期

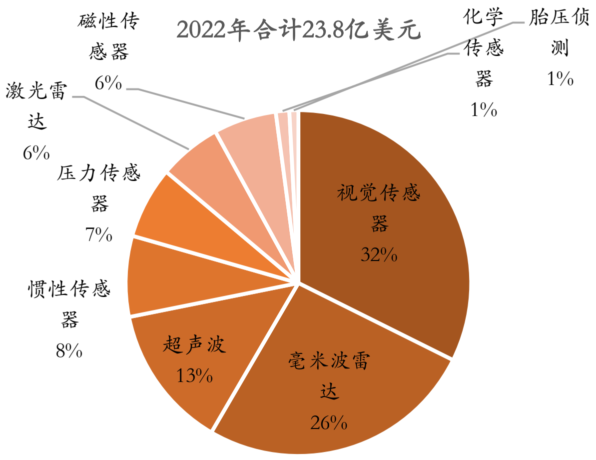
正因为摄像头的适用性和不可替代性，在 ADAS 市场迅速膨胀的未来几年，ADAS 视觉方案的相关产业将迎来更高速的增长。根据法国市场调研机构 Yole 的统计，2016 年全球车载传感器市场规模为 10.9 亿美元，其中视觉传感器市场为 2.2 亿美元，占比 20%，仅次于毫米波雷达。而 2022 年全球车载传感器市场规模预计将达到 23.8 亿美元，年复合增长率 14%，其中视觉传感器市场年复合增长就达到 24%，占比将近 1/3。而这仅仅是对硬件市场的预测，由于硬件成本近年呈下降趋势，可以预期芯片和算法市场将会有更大幅度的增长。**ADAS 视觉系统及其相关产业链将在此轮 ADAS 爆发过程中成最大增长点之一。**

图表24. 2016 年车载传感器市场规模



资料来源：Yole、广证恒生

图表25. 预计 2022 年车载传感器市场规模



资料来源：Yole、广证恒生

3.ADAS 视觉产业细分领域解剖

3.1 车载摄像头：市场相对成熟，行业潜力巨大

3.1.1 车载摄像头种类

车载摄像头主要包括内视摄像头、后视摄像头、前视摄像头、侧视摄像头、环视摄像头等。目前摄像头在车内主要应用于倒车影像（后视）和 360 度全景（环视），高端汽车的各种辅助设备配备的摄像头可以多达 8 个，用于辅助驾驶员泊车或触发紧急刹车。三星电子手机摄像头供应商和韩国最大的车载摄像头制造商 Mcnex 公司预测，当摄像头成功取代侧视镜时，汽车上的摄像头数量将达到 12 个。而随着无人驾驶技术的发展，L3 以上智能驾驶车型对摄像头的需求将增加。

图表26. 车载摄像头布局

资料来源：盖世汽车研究院、广证恒生

图表27. 车载摄像头类型

摄像头类型	安装部位	功能	概要
单目	前视	FCW、LDW、TSR、ACC、PCW	视角一般为 45 度，双目摄像头拥有更好的的测距功能，但需要装在两个位置，成本较单目贵 50%左右
双目			
广角	环视	全景泊车、LDW	广角镜头，在车四周装配 4 个进行图像拼接实现全景图，加入算法可实现道路线感知
广角	后视	后视泊车辅助	广角或鱼眼镜头，主要为倒车后视镜头
广角	测试*2	盲点检测、代替后视镜	盲点监测只要使用超声波雷达，但目前也有使用摄像头代替
广角	内置	闭眼提醒	广角镜头，一般装在车内后视镜处

资料来源：中商产业研究院、广证恒生

3.3.2 多重因素激发车载摄像头市场潜力

我们认为，车载摄像头的需求将持续走高，主要基于以下三点原因：

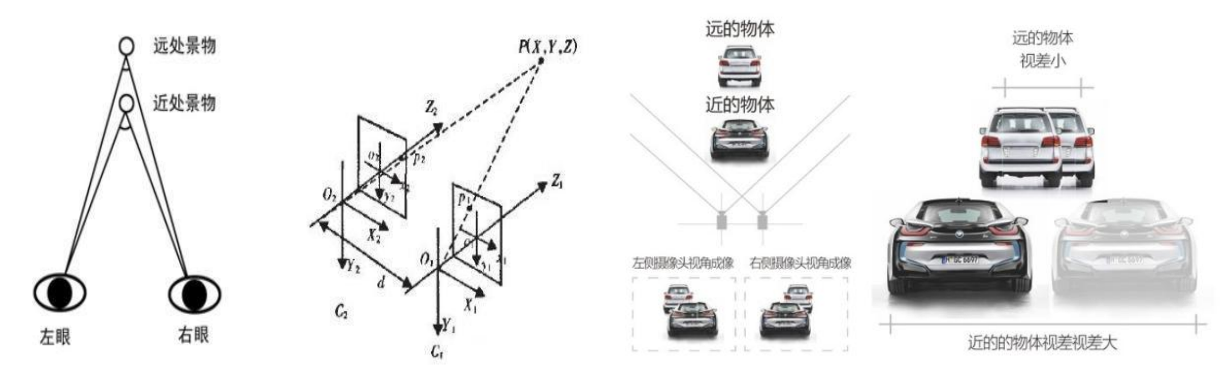
1） 前视中双目方案或将成为主流

ADAS 视觉系统根据前视摄像头的数量可分为单目和双目两种方案。无论哪种方案，目的都是通过摄像头采集图像数据，然后从图像数据上得到距离信息，从而实现碰撞预警等功能。

单目摄像头的测距原理，是先通过图像匹配进行目标识别（各种车型、行人、物体等），再通过目标在图像中的大小去估算目标距离。这就要求在估算距离之前首先对目标进行准确识别，这需要建立并不断维护一个庞大的样本特征数据库，保证这个数据库包含待识别目标的全部特征数据。如果缺乏待识别目标的特征数据，就会导致系统无法对这些车型、物体、障碍物进行识别，从而也就无法准确估算这些目标的距离，导致 ADAS 系统的漏报。

而双目检测的原理和人眼类似，方式就是通过对两幅图像视差的计算，直接对前方景物进行距离测量，而无需判断前方出现的是什么类型的障碍物。所以对于任何类型的障碍物，都能根据距离信息的变化，进行必要的预警或制动，精度相对较高。尽管目前视觉方案龙头 Mobileye 采用的是单目视觉，但其前期投入所换来的技术上的优势和数据库的积累是其他企业难以企及的。正是由于没有样本的概念，双目视觉方案为其他企业提供了市场空间，未来会有更多的企业采用双目视觉来瓜分蛋糕，在车辆行驶过程中面对的环境愈发复杂的情况下，L3 之后的智能驾驶若是要得到推广，**双目方案或将会成为最主要的 ADAS 视觉方案。**

图表28. 双目方案技术原理



资料来源：双髻鲨官网、广证恒生

图表29. 单目方案和双目方案比较

	单目方案	双目方案
优点	1、成本较低； 2、对计算资源的要求不高，系统结构相对简单	1、成本相对于激光雷达等方案低； 2、无样本概念，无需维护样本数据库； 3、不需要先识别，，没有识别率的限制； 4、精度比单目高
难点	1、必须不断更新和维护一个庞大的样本数据库，才能保证系统达到较高的识别率； 2、无法对非标准障碍物进行判断； 3、距离并非真正意义上的测量，准确度较低。	1、计算量非常大，对计算单元的性能要求非常高，产品化、小型化的难度较大； 2、在计算过程中，需要对噪点与空洞做很好的抑制，是技术难点
主要厂商	Mobileye、佑驾创新 Minieye、智驾汽车科技 Maxieye	中科慧眼、双髻鲨

资料来源：公开资料整理、广证恒生

2） 盲区的克服需要安装多个摄像头

汽车后视镜的缺陷之一是存在视觉盲点（blind spot）：由于后视镜的范围有限，在车辆斜后方的某个范围内，司机无法通过后视镜看到，因此会产生安全隐患，增加事故发生几率。加装摄像头覆盖盲区已成为趋势。早在 2015 年 6 月，联合国就在瑞士日内瓦召开的世界车辆法规协调论坛上修订了关于汽车后视镜的国际标准，规定从 2016 年 6 月开始，可以用摄像头或显示器系统代替各种后视镜。日美等国也陆续出台法案允许摄像头对后视镜的替代，承认摄像头能够有效减少刮蹭、碰撞等事故的发生。此外，也可通过车辆两侧加装侧视摄像头实现盲区监测功能，当有车辆进入盲区时，提醒驾驶员注意来实现。利用多个摄像头实现安全泊车的 360° 全景泊车系统也逐渐成为智能汽车的标配。**克服视觉盲区已经成为交通安全领域的共识，为实现盲区克服，汽车新增的摄像头数量将在 4 个以上。**

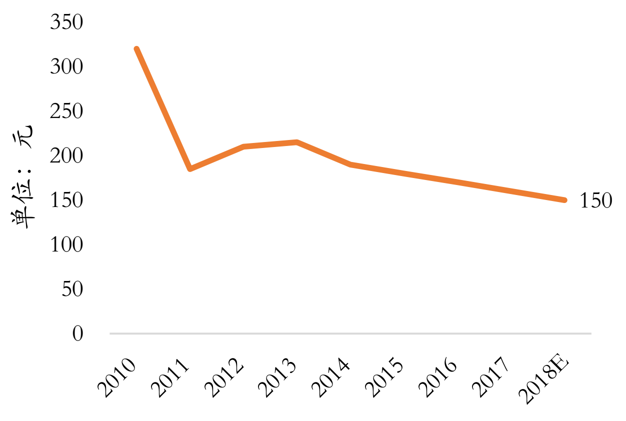
图表30. 汽车行驶盲区

资料来源：好奇心日报、广证恒生

3）车载摄像头价格持续走低

摄像头本身相对于其他传感器价格就更加低廉，易于普及应用，而车载摄像头价格从 2010 年的 300 多元持续走低，到 2018 年单个摄像头价格已降低至 150 元左右，一般的盲区摄像头价格已降至 100 元以内。限制 ADAS 渗透率提高的一大原因在于成本，而随着硬件成本的逐渐走低，摄像头方案将能够更好地在中低端车型市场得到推广，尤其在后装市场会有更多的车主愿意加装视觉系统。

图表31. 车载摄像头单价



资料来源：智研咨询、高工智能、广证恒生

综合上述原因，车载摄像头硬件市场潜力巨大，上游产业也将因此受益。

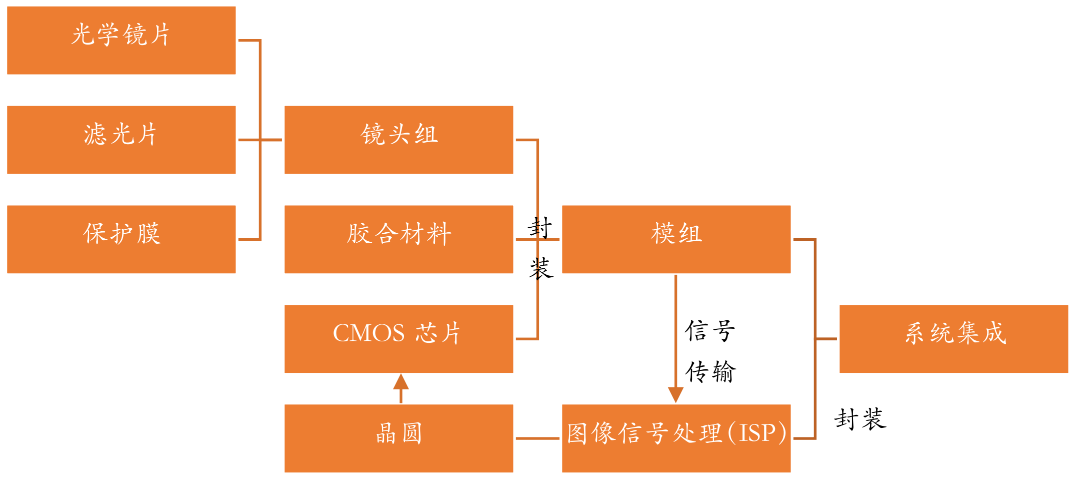
3.3.3 上游产业链市场较为成熟，行业龙头优势明显

由于车载摄像头和手机摄像头一样，都是采用 CMOS 而不是 CCD 作为光学传感器，同时单价也是手机摄像头的八倍左右，利润更高，因此近年来国内外手机摄像头产业链相关厂商纷纷布局车载摄像头。但不同于手机摄像头，车载摄像头较高的价格来源于其对可靠性的极高要求。与一般的摄像头相比，车载摄像头要求更长的连续工作时间，更高的识别率以及恶劣环境下的鲁棒性。特别是由于车载摄像头的工作环境十分复杂，时常需要面对震动、高温、雨雪、黑夜、电磁脉冲等物理环境，而在驾驶过程中的识别效果又与驾驶员和乘客的人身安全息息相关，因此无论是模组和封装都有远高于手机摄像头的要求。

此外，由于汽车行业本身就对安全性十分看重，智能汽车尤其是无人驾驶领域，安全更是行业能否得到政府和公众认可的一大标准，因此车企在摄像头品质上要求严格，将会更倾向于规模大、制造能力强、口碑较好的大型企业。而前装市场从推广到测试到最终签订合同沉没成本较高，行业客户粘性也较强，摄像头供应商不会轻易被替换。

综上，车载摄像头市场较为成熟，行业的壁垒在于模组封装技术和客户渠道，目前行业龙头的摄像头大厂占据了较大的市场份额，且不容易被新进入者蚕食。

图表32. 车载摄像头产业链



资料来源：中国产业信息网、广证恒生

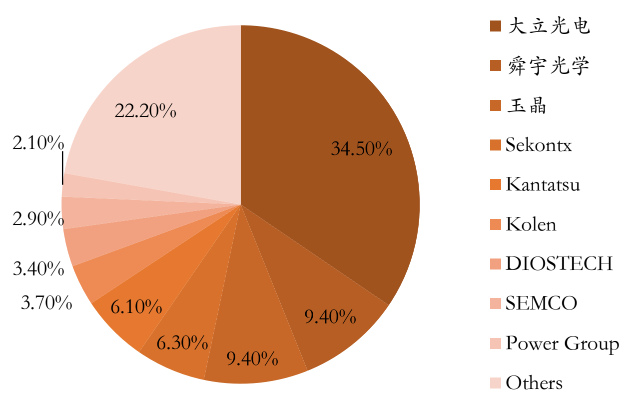
从细分领域来看，车载摄像头主要由镜头模组、CMOS 传感器、ISP、模组组装及其他部件组成。其中 CMOS 和镜头模组分别占据 1/3 的成本。

镜头组方面，舜宇光学市场份额保持第一：

镜头组作为车载摄像头的核心原件，其品质由焦距、视场角、光圈、畸变、相对照度、分辨率等指标进行衡量，企业的核心竞争力在于精密加工、光学设计能力上。2015 年全球摄像头镜头厂商中，中国台湾企业大立光电的出货量仍保持第一，但根据 ReserchInChina 的调研数据，在车载摄像头镜头市场，舜宇光学的镜头出货量居全球第一位，市场占有率超过 1/3，之后依次为韩国 Sekonix、kantatsu 和日本 fujifilm，四家企业合占全球近 80%市场份额。

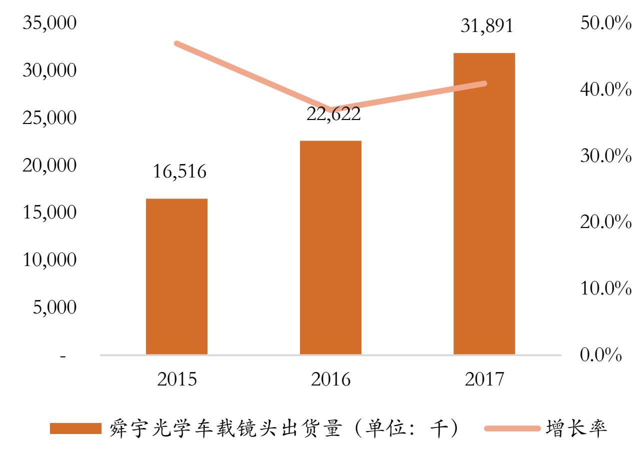
舜宇光学 2004 年即开始布局车载镜头市场，2012 年开始做到了全球车载镜头出货量的第一并保持至今。目前公司产品已覆盖车载摄像头的各个领域，进入各大车企（宝马、奔驰、奥迪）前装市场，例如 2016 年全新宝马 7 系中的镜头都来源于舜宇光学。舜宇光学 2018 年车载镜头销量目标为增长 30-35%，预计在 2020 年将实现自动驾驶领域核心光学器件的量产。

图表33. 全球摄像头镜头厂商及市场份额



资料来源：MarketandMarkets Research、盖世汽车研究院、广证恒生

图表34. 舜宇光学车载镜头出货量



资料来源：公司公告、广证恒生

CMOS 传感器由美日韩企业垄断：

CMOS 是摄像头的感光元件，相比 CCD（Charge-coupled Device，即电荷耦合元件）感光元件成像质量稍差一些，但是成本更低，也更加省电，在像素要求不高的车载摄像头领域应用十分广泛。目前手机摄像头也采用 CMOS 传感器，这也是手机摄像头厂商谋求进入车载摄像头领域的原因之一。

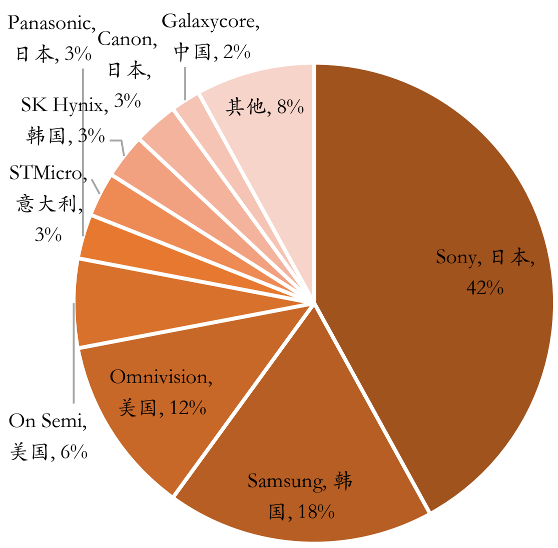
图表35. CCD 和 CMOS 区别

区别	CCD	CMOS
信号类别	模拟信号	数字信号
成像规则	线成像	点成像
感光度	0.1-3LUX	6-15LUX
优点	成像质量好	抗干扰能力强、静态功耗低、生产成本低
缺点	工艺复杂、价格高昂	容易出现杂点、图像质量较低

资料来源：公开资料整理、广证恒生

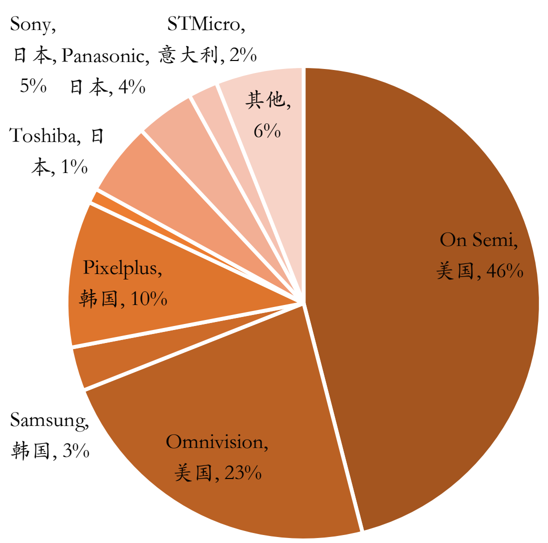
CMOS 市场基本被外资品牌把控，国产品牌实力较弱。Sony 在全球 CMOS 传感器领域常年占据市场份额第一的位置，市场份额超过 42%，但在车载摄像头方面实力不强，这也体现了车载摄像头市场存在一定的行业壁垒。车载摄像头 CMOS 行业的绝对的领导者是美国企业 On Semi （安森美），安森美在汽车图像传感器市场的市占率达到 46%。此外，晶方科技大股东之一美国 Omnivision，韩国 Pixelplus 市场份额均超过 10%，行业总体上被美日韩企业垄断。

图表36. 全球 CMOS 市场占有率



资料来源：Yole、广证恒生

图表37. 全球车载 CMOS 市场占有率



资料来源：Yole、广证恒生

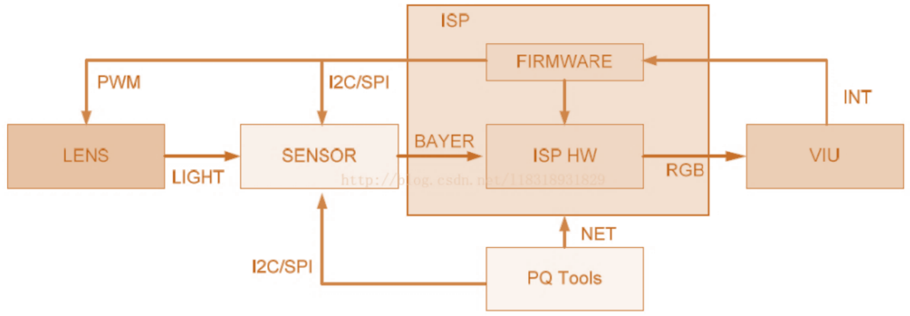
独立 ISP 芯片短期难以被取代，车用 ISP 赛道新进入者众多：

图像信号处理器 ISP（Image Signal Processing）是通过一系列数字图像处理算法对前端图像传感器输出信号处理的单元，功能包括 3A、坏点校正、去噪、强光抑制、背光补偿、色彩增强、镜头阴影校正等处理，其架构为逻辑部分（ISP HW）以及运行在其上的 firmware。

ISP 有独立和集成两种方案。独立 ISP 芯片性能强大，但成本较高，主要供应商为德州仪器（TI）、Mobileye、华为海思等，其中德州仪器（TI）技术积累最深厚、市占率最高。而近年 CMOS 传感器供应商如 Aptina、OmniVision 也推出最新的内置 ISP 的 CMOS 图像传感器集成产品，成本低、面积小、功耗低，但能够完成的算法相对简单，处理能力较弱。在汽车智能化要求提高的背景下，车载摄像头中独立 ISP 芯片在短期内仍是主流，未来可关注 CMOS 产商的集成产品能否在处理能力上实现突破。

车载摄像头 ISP 行业总体竞争仍较为激烈，且原先深耕手机和安防摄像头领域的 ISP 厂商也关注到车载摄像头市场潜力，纷纷跨赛道布局。移动芯片龙头 ARM 在 2017 年宣布推出首款完全自研的针对 ADAS 的 ISP 芯片 Mali-C71。而国内企业如专注安防市场的富瀚微电子则在今年 8 月宣布推出国内本土首款百万像素以上的车规级 ISP 芯片 FH8310，且迅速与国内著名车厂 BYD 合作并快速量产。可见未来车用 ISP 领域竞争仍将十分激烈。

图表38. 图像处理器 ISP 工作原理



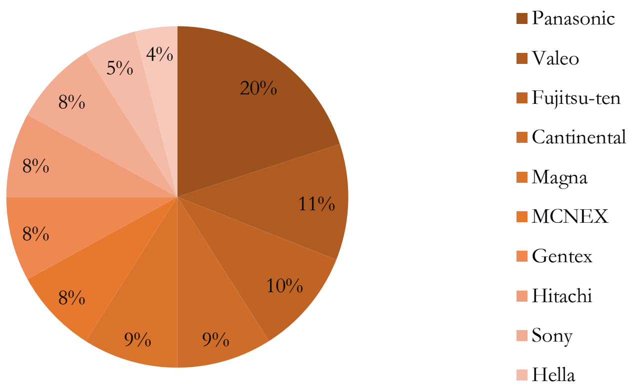
资料来源：码蚁之家、广证恒生

车载摄像头模组封装壁垒较高，国内企业总体实力弱：

相对于手机摄像头等消费级电子和工业视觉用工业级电子，安全问题的存在使得车载摄像头对稳定性和规格要求较高，模组封装工艺更加复杂，技术壁垒较高，尤其是点胶工艺存在难点。行业市场集中度虽高于手机摄像头，但从企业来看并没有呈现过度集中的局面，Panasonic 占据较大份额，前十中其他厂商市场份额十分接近。

目前摄像头模组封装市场基本上为日韩厂商主导，国内舜宇光学、欧菲光等厂商在手机摄像头封装领域市场占有率较高，拥有一定的工艺经验，也开始进入车载摄像头模组封装行业。国内还有同致电子、深圳豪恩、苏州智华等未上市企业从事封装业务，但总体上规模较小，难以与日韩抗衡。

图表39. 全球车载摄像头模组主要封装商及市场份额



资料来源：MarketandMarkets Research、盖世汽车研究院、广证恒生

3.2 核心算法芯片：FPGA 方案符合要求，标杆产品仍未出现

核心算法芯片需要与算法软件的要求相匹配。在人工智能高速发展的大背景下，算法研发企业使用传统算法上叠加深度学习以提高识别率，而这对核心算法芯片的性能提出了更高要求。目前对核心算法芯片的要求主要体现在：

1）芯片能够达到车规级的标准，达到道路车辆功能安全标准中的 ASIL-B 甚至 ASIL-D 级别；

2）高计算量以及高带宽，特别是多传感器融合的芯片，需要更高的芯片频率，以及异构设计，以达到快速的数据处理速度以及传输的高吞吐率；

3）增加硬件的深度学习设计，满足人工智能计算模型要求；

4）较低的成本和能耗，以实现在智能汽车领域的推广。

图表40. ASIL 等级评估对照表

Metric	ASIL A	ASIL B	ASIL C	ASIL D
Single Point Faults Metric（单点故障）	Not relevant	>90%	>97%	>99%
Latent Faults Metric（潜在故障）	Not relevant	>60%	>80%	>90%

资料来源：Synopsys、广证恒生

主流算法芯片方案主要包括 ARM、DSP、ASIC、MCU、SOC、FPGA、GPU 等，其中 ARM、DSP、ASIC、MCU、SOC 是软件编程的嵌入式方案，相对于 FPGA 的直接编程处理速度较慢，难以满足 ADAS 视觉系统中对响应速度的要求。由于 GPU 和 FPGA 并行处理能力强，而使用深度学习算法需要对图像中多个像素点同时计算，因此会更有优势。但耗能也更高，FPGA 因为编程和优化都是直接在硬件层面进行的，能耗会低很多。因此在平衡算法和处理速度，尤其是用于前装并且算法稳定时，**FPGA 被视为一个热门方案。**

目前用于 ADAS 视觉方案的芯片多数被国外垄断，但标杆产品尚未出现。主要供应商有瑞萨电子（Renesas Electronics）、意法半导体（ST Micro）、飞思卡尔（Freescale）、亚德诺（ADI）、德州仪器（TI）、恩智浦（NXP）、富士通（Fujitsu）、赛灵思（Xilinx）、英伟达（NVIDIA）等。可供选择的用于传统计算机视觉算法的车规级芯片种类繁多，但尚未出现适用于传统算法叠加深度学习算法的低功耗高性能芯片的标杆产品。一方面，由于 FPGA 的硬件语言（verilog）和计算机视觉算法使用的语言（C 语言）不同，缺乏同时具有软硬件背景的人进行算法移植。另一方面，增加的深度学习设计需要与原有软硬件架构以及整个系统设计上做匹配，可能需要改变原有的架构并重新搭建，这一技术难点目前还在早期探索阶段。当前市场份额最高的 EyeQ 技术上最具优势，但价格则相对较高。

结合深度学习的低成本标杆产品的空缺也给我国企业提供了机会，国内森国科、地平线、寒武纪、四维图新（002405.SZ）这两年发布了相关芯片产品，未来若能攻克核心技术难点，便可能在车载摄像头核心算法芯片领域实现弯道超车。

图表41. 我国 ADAS 视觉算法芯片产品（从左到右：地平线、森国科、寒武纪）

资料来源：相关企业官网、广证恒生

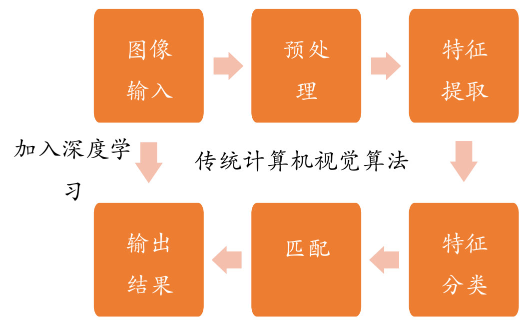
3.3 算法：Mobileye 领先地位难以撼动

3.3.1 算法水平发展迅猛，实车测试愈发重要

ADAS 视觉算法的源头便是前面提到的计算机视觉，智能汽车 ADAS 视觉能够在近年取得较大的进展也得益于人工智能背景下计算机视觉算法的优化。

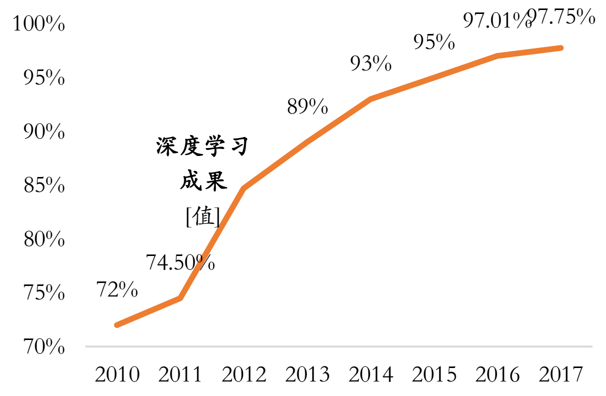
传统的计算机视觉识别物体大致可以分为图像输入、预处理、特征提取、特征分类、匹配、完成识别、输出结果几个步骤，其中预处理和特征提取尤为关键。近年来，深度学习的渗透给传统的计算机识别算法带来重大改变。深度学习让计算机模拟人类思考的神经网络，可以自己学习判断。通过直接向计算机输入标定后的原始数据，比如挑选一堆异形车图片，然后丢给计算机让它自己学习什么是一辆车，从而免去计算视觉特征提取、预处理等步骤，感知过程可以简化为输入图像-输出结果两步。深度学习不仅仅简化了识别步骤，也大幅提高了识别的准确率。

图表42. 视觉识别流程



资料来源：广证恒生

图表43. ImageNet 比赛图像识别正确率



资料来源：公开资料整理、广证恒生

由德国卡尔斯鲁厄理工学院和芝加哥丰田技术研究所联合创办的 KITTI，是国际上权威性较高的机动车辅助驾驶应用技术评估的算法评测平台。从最新评测结果可以看出，排名靠前的算法中等难度准确率均能达到 90%以上，且差距较小。虽然科研得出的计算机视觉算法模型也会增加诸如天气等复杂环境因素，但是将其应用到实际环境中仍未必能达到测试时的表现，因为现实环境中还必须要确保能够在不同的路况、天气、车型，对不同姿态的人、不同的车道线下稳定工作（鲁棒性）。因此，实车定量测试成为评估算法真实能力的最佳方法，具有大量的实际道路测试打底的产品可靠性更高，这也是为什么拥有主机厂 Tier1 前装经验的方案提供商能够大幅提高其核心竞争力。

图表44. KITTI 评测平台车辆追踪准确率

算法	递交人单位	中等	简单	困难	运行时间
DH-ARI	匿名	91.48%	90.87%	82.25%	4s
HRI-SH	匿名	90.71%	91.34%	84.28%	3.6 s
BM-NET	ENNEW Digital Science and Technology Research Institute	90.50%	90.81%	83.92%	0.5 s
SAITv1	匿名	90.36%	90.78%	80.48%	0.18 s
TuSimple	图森科技	90.33%	90.77%	82.86%	1.6 s

CFENet	北京大学	90.22%	90.33%	84.85%	4 s
EADNet	匿名	90.15%	90.61%	84.01%	0.15 s
icst-SSD	匿名	90.08%	90.30%	84.70%	4.0 s
SJTU-HW	上海交通大学	90.08%	90.81%	79.98%	0.85s
MDC	匿名	90.03%	90.72%	80.87%	0.2 s

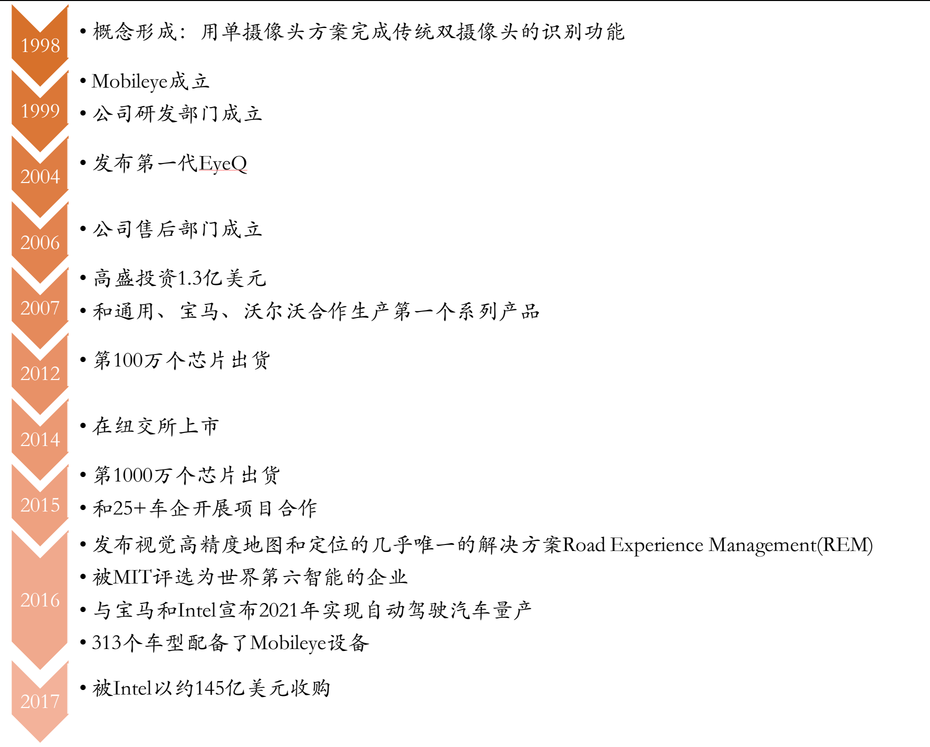
资料来源：KITTI、广证恒生

以此趋势，深度学习将会超越传统视觉算法。同时，由于深度学习的算法模型已经开源，算法种类不多，门槛降低，大量优秀结果涌现的可能性极大。未来单独通过企业对外宣称的识别率来衡量算法能力意义不大，比较识别率应要把产品放在不同复杂场景下评估，同其他指标一起考量。视觉算法的发展不仅在于不断通过大量符合实际用车环境且多样的数据对算法进行训练，**未来实车测试重要性将愈发突出。**

3.3.2 Mobileye：ADAS 视觉算法行业翘楚

Mobileye 由以色列希伯来大学的 Amnon Shashua 教授和 Ziv Aviram 于 1999 年创立。自创立之日起，Mobileye 便将其公司使命定为开发和推广单摄像头视觉系统，以协助驾驶员在驾驶过程中保障乘客安全和减少交通事故。公司于 2014 年在纽交所上市，市值达 80 亿美元，创下以色列公司在美国最高 IPO 纪录。2017 年 3 月，Mobileye 被 Intel 以 145 亿美金收购。Mobilieye 在智能驾驶视觉识别前装领域市占率达 70%，是行业绝对的龙头。

图表45. Mobileye 发展历史

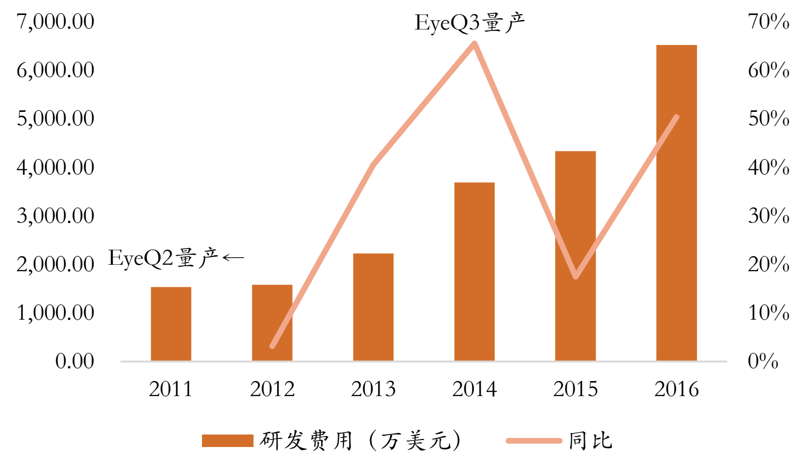


资料来源：Mobileye 官网、广证恒生

Mobileye 是一个极度以研发为导向的科技企业。Mobileye 虽然成立于 1999 年，但在 2007 年搭载 Mobileye 产品的车型才上市，从研发到正式商用整整用了八年的时间。Mobileye 在以色列建有研发中心，

目前全球员工达到了 500 多人，而研发人员占三四百人。八年技术沉淀的效果明显，带来的直接影响是在与其他公司竞逐各大汽车厂商的智能汽车安全设备招标时，Mobileye 成功率几乎是百分之百。除至少 25 家整车厂外，Mobileye 目前还拥有多个 Tier1 合作伙伴，包括 Delphi 德尔福、Continental 大陆、Magna 麦格纳电子系统公司等等。

图表46. Mobileye 研发费用（退市前）



资料来源：wind、广证恒生

Mobilieye 的核心产品为与意法半导体（ST Micro）合作开发的 EyeQ 系列芯片。意法半导体主要负责架构设计、芯片制造、系统封装等，而 Mobilieye 主要提供算法。Mobileye 认为驾驶环境太复杂，不适合人为编写的的基于规则的决策，因此采用机器学习的方法，通过暴露于数据集中来"学习"决策过程。预计 2020 年实现量产的 EyeQ5 的运算能力已经达到 24 万亿次运算/每秒，但其能耗仅为 10W，能耗比非常低，比 NVIDIA 公开宣称的 Xavier 效能还要高 2.4 倍。同时，EyeQ 系列产品定位较为明确，并不存在明显的迭代关系，EyeQ5 主要定位于 L4 和 L5 无人驾驶阶段的应用，而 EyeQ4 则更多用于对 L3 半自动辅助驾驶技术的支持。

图表47. Mobileye EyeQ 各代产品

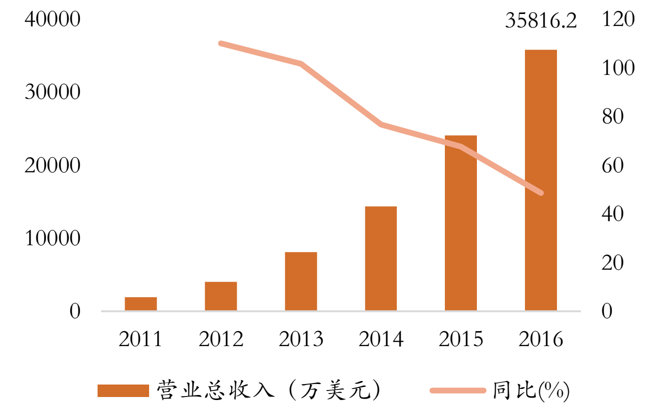
	EyeQ1	EyeQ2	EyeQ3	EyeQ4	EyeQ5
量产时间	2008 年	2010 年	2014 年	2018 年	2020 年
支持自动驾驶等级	驾驶辅助	驾驶辅助	L2	L3	L4-L5
较前代产品新增功能	车辆偏离警告；自适应前大灯控制；交通标志识别	行人自动制动系统；前碰撞预警；自适应巡航控制；交通堵塞辅助	自动制动系统；动物探测；交通灯探测；全局路径规划；道路轮廓重建；悬挂调节	路网体验管理；驾驶策略；任意视角的车辆探测；下一代车道探测系统	中央计算机视觉；开放软件平台；硬件安全；
运行速度（TOPs）	0.0044	0.026	0.256	2.5	24
能耗（瓦）	2.5W	2.5W	2.5W	3W	10W
半导体工艺	180nm CMOS	90nm CMOS	40nm CMOS	28nm FD-SOI	7nm FinFET

资料来源：Mobileye 官网、广证恒生

EyeQ 产品快速放量，商业化落地进一步丰富 Mobilieye 数据库。进一步丰富从具体业绩来看，自第二代 EyeQ 芯片实现量产开始，Mobilieye 就实现营收的高速增长，前期八年深耕研发的成果开始变现，2011 年-2016 年六年营收翻了 16 倍。2017 年，Mobileye 的 EyeQ 芯片出货量达到 870 万，累计出货已经达到了 2400 万，增长势头强劲。其中前装产品约占 80%，后装产品约占 20%。Mobilieye 在智能驾驶视觉识别前装领域市占率达 70%，是行业绝对的龙头。

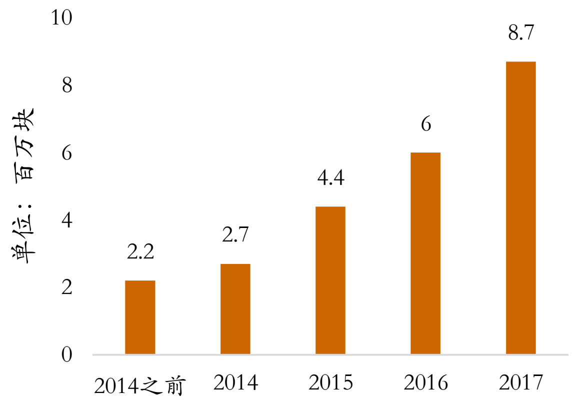
2018 年，全球将会有 15 款搭载 Mobileye 自动驾驶技术的新车发布，其中 4 款搭载最新一代 EyeQ4 芯片；共 14 家车辆制造商中，包含四家中国造车企业。对 Mobileye 而言，与更多汽车制造商合作，意味着产品在现实生活中使用越频繁，而起到的正反馈作用越显著。因为全球 2400 万辆配备着 Mobileye 摄像头的车在行驶，相当于不断在收集数据和做实车测试，为深度学习提供基础。

图表48. Mobileye 营业收入（退市前）



资料来源：资料来源：wind、广证恒生

图表49. EyeQ 出货量



资料来源：爱范儿、广证恒生

Mobileye 加快中国市场本土化，未来可关注相关合作方。Mobileye 进入中国市场 7 年，但市场的渗透率并没有达到在欧美地区的水平，尤其是前装市场，主要有三大原因。政策上，国内政策对外只开放 ADAS 的半前装市场，Mobileye 只能通过 4S 店给分散的顾客安装，安装时间长，成本较高；文化上，Mobileye 对技术的保密性十分重视，此前在与中国企业开展合作时相对保守，2017 年时整个中国团队规模也只有十几个人；技术上，中国路况环境十分复杂，行人车辆较多，对数据库的要求更高，本土化的测试需要时间。

从近年来的动作来看，Mobileye 显然加快了中国市场的布局。2015 年，Mobileye 提供了 300 台设备，与我国交通部下属的研究院合作，验证 Mobileye 系统的有效性，2016 年 Mobileye 便正式入选了交通部认证的 ADAS 企业名单。同时 Mobileye 将中国的代理权授予给了硬蛋科技，在大陆及香港地区通过 O2O 方式和渠道推广产品。到 2017 年，中国已有 27 家汽车制造商的 30 个全新设计方案采用了 Mobileye 的 ADAS 解决方案，并陆续与得润电子（002055.SZ）、四维图新（002405.SZ）、上汽集团（600104.SH）、联创电子（002036.SZ）等企业开展战略合作。随着政策的进一步确定和产品开发本土化的进展，拥有绝对技术优势的 Mobileye 将抢占中国市场这块蛋糕，未来可关注与 Mobileye 开展合作的企业。

3.3.3 我国算法企业：巨人难以超越，把握后装市场机遇

目前我国进行智能驾驶视觉算法的企业大多为初创公司，尤其在无人驾驶和人工智能概念被资本追捧之时，算法企业不断冒出。许多公司声称自己涉足 ADAS 视觉领域，但做的仅仅是技术较为低端的行车记录仪、倒车摄像头等产品，真正具有核心技术、达到能够商业化的算法水平的企业较少，何况从 ADAS 到无人驾驶还有不小的距离。算上 EyeQ5，Mobileye 已经能够覆盖 L1 到 L5 不同车型。此外，Mobileye 深入研究八年才正式把产品投入商用，期间巨大的时间和成本投入是初创企业难以企及的，在相关技术上也远远领先我国初创企业。即便初创公司在某个项目的识别精确度几乎能够达到同一水平，产品的总体性能和实际应用能力也难以与不断进行实车测试的 Mobileye。

图表50. 我国部分算法公司情况

算法公司	成立时间	拟进入市场	是否已进入前装	最新融资
Maxieye	2015 年 10 月	后装+前装	是	0.3 亿元-A 轮
Minieye	2013 年 4 月	前装	是	0.1 亿美元-A 轮
前向启创	2013 年 9 月	后装+前装	是	0.29 亿元-A 轮
创来科技	2015 年 6 月	前装	否	-
纵目科技	2013 年 1 月	后装+前装	是	1.4 亿元-B 轮
好好开车	2014 年 8 月	后装+前装	否	0.6 亿元-A 轮
径卫视觉	2012 年 9 月	后装	否	0.3 亿元-A 轮
双髻鲨科技	2014 年 9 月	后装+前装	否	0.3 亿元-preA 轮
中科慧眼	2014 年 1 月	后装+前装	否	0.7 亿元-preB 轮

资料来源：公开资料整理、广证恒生

正如前文所说，Mobileye 开拓中国市场的一大劣势在于本地化数据的缺乏，因此倘若我国算法企业要寻求在持续扩大的驾驶视觉市场分一杯羹，则可通过利用本土优势，积累中国的路况数据，从而研发出更加适合中国路况的系统，如深圳佑驾创新 Minieye。另一切入路径为后装市场。前装市场更倾向于技术较为成熟的企业，Mobileye 和大型 Tier1 和整车厂合作形成的客户资源优势是无法比拟的，而后装市场体量更大，潜在细分领域更多，算法公司可从后装市场切入，之后再寻求进入前装领域。

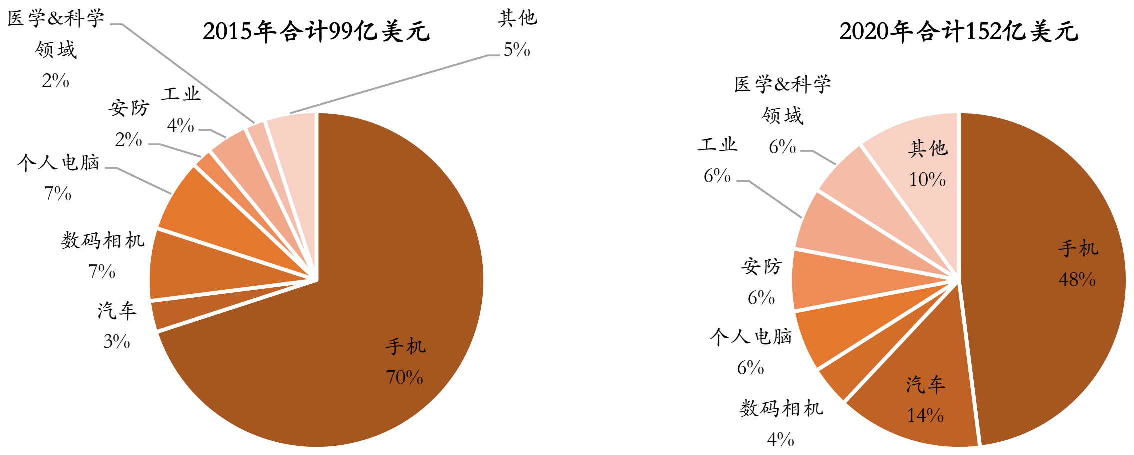
4.投资建议

4.1 短期关注车载摄像头放量，产业链需求释放

结合上述分析，我们知道当前全球 ADAS 渗透率仍然不高，我国更是远低于全球平均水平。但无论从技术成熟的角度还是从政策逐步开放的角度，都可以清晰地预见 ADAS 在未来 3-5 年内的普及率将不断提高。作为 ADAS 系统中不可或缺的一环，摄像头凭借其成本优势能够率先在 ADAS 普及浪潮中放量。

在同样应用 CMOS 传感器的手机摄像头领域，全球手机市场出货量正在下滑，行业红利逐渐消退，手机业务对于摄像头的需求减缓，产业链部分厂商已经感受到压力。相比较而言，车载摄像头总体市场规模虽然不及手机摄像头，但行业潜力较大，在短期存在较大的增长空间。

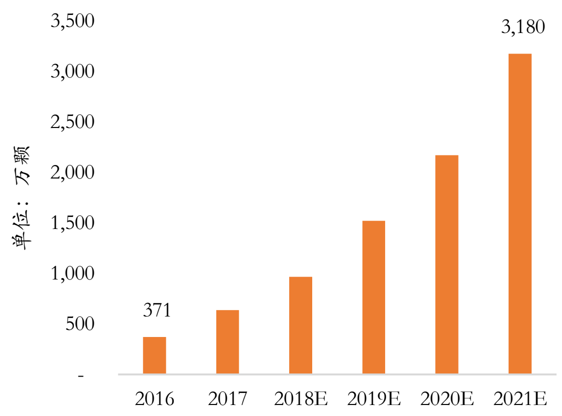
图表51. CMOS 图像传感器市场规模（分应用领域）



资料来源：IC Insights、广证恒生

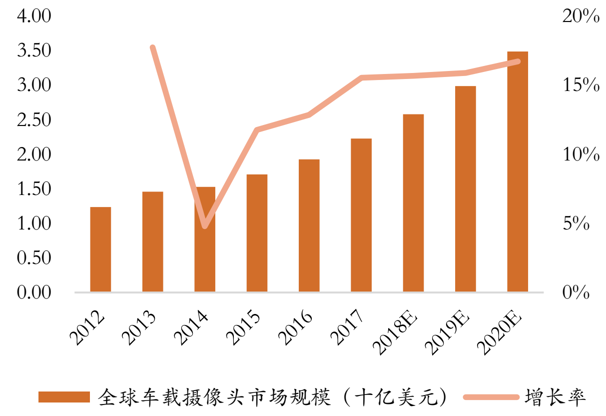
根据佐思产研的数据，2017 年中国国内乘用车市场摄像头装车量为 639 万颗，预计到 2021 年增长到 3180 万颗，年均增长约 49.3%。在短期内车载摄像头迅速放量，产业链（镜头组、CMOS、模组封装等）厂商将因此受益。

图表52. 中国国内乘用车市场摄像头装车量



资料来源：佐思产研、广证恒生

图表53. 全球车载摄像头市场规模



资料来源：Transparency Market Research、广证恒生

4.2 长逻辑关注芯片和视觉算法赛道，车规与量产为王

已有不少整车厂商宣布要在 2025 年以前完成 L4 级汽车的量产和通用场景下的商业化。单纯从技术水平来说，无人驾驶已能够在景区、物流园区、机场限定场景等进行商业化应用，如百度与金龙客车联合开发的无人驾驶微循环车阿波龙拟于今年上线运营，中国重汽集团刚发布了拟用于港口运输的无人驾驶电动卡车。但通用场景下，L4 以上无人驾驶车型的量产和广泛应用在中短期仍存在但不限于如下阻碍：

1) 当前技术水平下成本仍十分高昂：对于 L4 以上车型，背后集成技术十分先进，对硬件要求也更高，如激光雷达等硬件设备价格高昂，在满足安全性的同时无法控制成本；

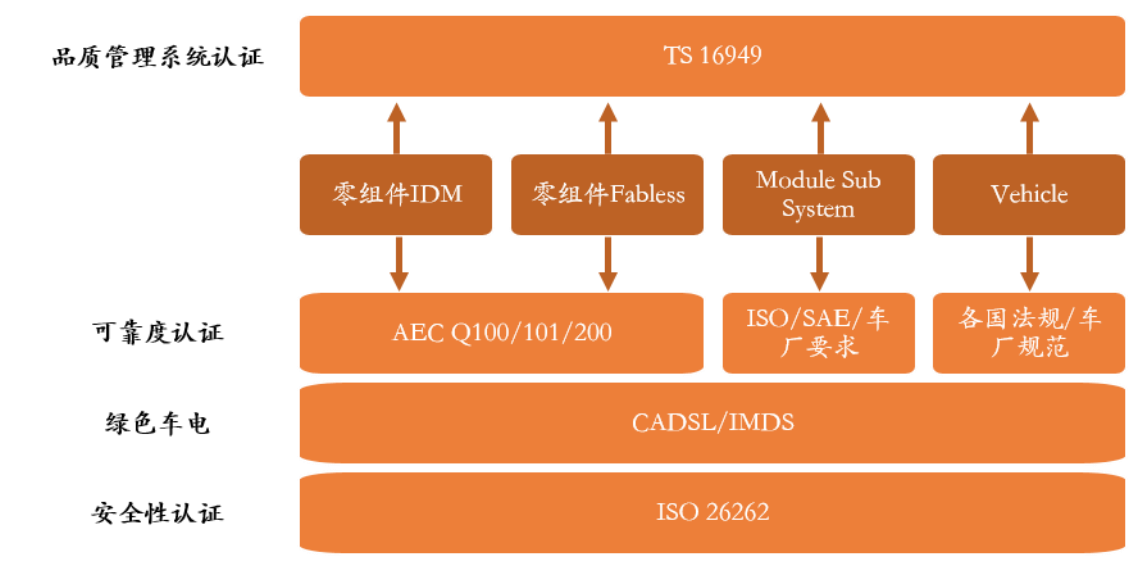
2) 社会公众对无人驾驶的接受程度有限：无人驾驶车辆相关事故频发，今年 3 月还出现首例路测车辆行人致死案。尽管有研究表明无人驾驶汽车事故率低于传统汽车，但不可避免地，公众对无人驾驶的安全性有更高的要求，相关事故打击了公众的接受程度，而相关的政策法规也会因为争议的存在而难以出台；

3) 基础设施有待完善：无人驾驶需要完美的路况来支持，面对不够清晰的道路标线、时常损坏的交通信号灯、不够准确的导航精度都会影响系统的识别，美国亚特兰大希望打造的智能交通走廊每英里成本就高达 100 万美元。

因此，整车厂商的量产规划大都过于乐观，我们判断通用场景的无人驾驶开始普及至少还有 10 年时间，**对于自动驾驶系统中的视觉方案而言，高端芯片和视觉算法会随着无人驾驶的逐步普及而广泛应用。**资本已经开始涌入无人驾驶和计算机视觉领域，而不少企业也开始发布自研产品。单凭借识别准确率等指标已难以区分产品的优劣，**未来能满足车规级要求和量产要求的产品才能真正拥有市场。**

相比工业级和一般的商业级，车规级对芯片的要求更高。工业级芯片的工作温度范围是-40 摄氏度至 85 摄氏度，而车规级芯片工作温度范围是-40 摄氏度至 125 摄氏度；消费性电子产品的产品寿命约 1 至 3 年，但车用电子要达到 10 至 15 年。当前国际通行的车规级标准包 ISO/TS 16949 和汽车电子委员会 AEC 系列标准，如 AEC-Q100 就规范了 7 大类共 41 项的测试，不同的客户可能还会有特定的要求。只有真正满足车规级要求，才算是拿到进入汽车产业链的门票。同时，产品也需要满足量产要求，这其中既包括芯片自身的量产（需要用到高端设备和材料能否获取）以及下游应用即整车的量产，无法实现量产也只是纸上谈兵。

图表54. 车规级基本要求



资料来源：电子发烧友网、广证恒生

因此，从长逻辑来看应关注芯片和视觉算法赛道，重点在于车规级和可量产产品的生产。当前赛道上初创企业众多，未来相关企业的一级市场股权融资、并购整合、挂牌上市等众多机遇会陆续出现。

4.3 重点关注标的

欧菲科技（002456.SZ）：积极布局智能汽车领域，ADAS 视觉产品逐步放量

欧菲科技的主营业务为触控显示类业务、摄像通讯类业务和生物识别类业务，产品广泛用于消费电子领域，是全球触控行业龙头企业。公司于近几年开始积极布局智能汽车和车联网领域，充分利用自有核心技术，在智能中控、自动驾驶、车身电子等核心领域打造汽车智能化一站式解决方案，提供高质量、高性价比的产品和服务。在 ADAS 视觉领域，通过引入国内先进的研发团队，提升系统的运算能力，提高产品安全性和可靠性，车载摄像头、倒车影像系统、360 度环视系统、毫米雷达波、自动泊车系统已获得定点通知书，产品陆续进入量产阶段。由于以车载摄像头、360 度环视系统和倒车影像系统等为代表的软硬件产品开始放量，2018 年上半年公司智能汽车业务收入 2.07 亿元，同比增长 61.55%，毛利率 23.30%，产业布局取得一定成效。

富瀚微（300613.SZ）：安防厂商发布国内首款百万像素以上车规级 ISP 芯片

富瀚微从 2011 年起将业务重点转移到安防视频监控摄像机芯片，满足高速增长的数字视频监控市场对视频编解码和图像信号处理的芯片需求，目前安防行业两大巨头海康威视、大华股份均是其重点客户。富瀚微也利用其在安防领域的技术背景进军汽车电子领域，过去几年在车载领域实现了包括倒车摄像头、流媒体后视摄像头和行车记录仪等多种后装产品的落地。而今年 8 月，富瀚微发布了其首款车规级前装 ISP 芯片 FH8310，该芯片已经在比亚迪“唐二代”新能源汽车中实现量产。FH8310 是国内本土半导体公司首款百万像素以上的车规级图像处理 ISP 芯片，标志着富瀚微电子打破了欧美日韩厂商在汽车前装摄像头市场的技术壁垒，在国内本土半导体设计公司中率先进入车辆前装市场。FH8310 在降噪、颜色偏差纠正、鱼眼矫正、多链路接口上都有具有竞争优势。

韦尔股份（603501.SH）：收购车载 CMOS 巨头豪威科技 OmniVision

韦尔股份主营半导体设计及分销业务，其中设计业务的主要产品包括分立器件（TVS、MOSFET 等）、电源管理 IC、射频芯片、卫星接收芯片等。今年 8 月 15 日，韦尔股份公告拟以 33.88 元/股发行约 4.43 亿股股份，收购北京豪威 96.08%股权、思比科 42.27%股权、视信源 79.93%股权，同时拟募集不超过 20 亿元配套资金。本次交易完成后，韦尔股份将持有北京豪威 100%股权。豪威科技是全球 CMOS 传感器巨头，笔记本电脑、手机、媒体、安防、汽车、娱乐都占有相当规模的市场。根据法国市场调研公司 Yole 的数据，在车载 CMOS 市场，豪威科技市场占有率 23%，仅次于安森美。2016 年，在纳斯达克上市的豪威科技被以华创投资为首的中国财团的并购基金北京豪威私有化，此后北京君正拟作价 120 亿元收购北京豪威但以失败告终。本次韦尔股份成功收购北京豪威，相当于该 CMOS 传感器巨头正式登陆 A 股市场。

联创电子（002036.SZ）：Mobileye 认证背书，车载镜头逐步放量

联创电子重点发展光学镜头及影像模组、触控显示器件等新型光学光电子产业。今年 7 月，公司研发的又一款车载镜头通过 ADAS 视觉龙头 Mobileye 的认证，至此已有三款镜头通过认证。公司也已经顺利通过 Valeo（法雷奥）等多家欧洲主流 ADAS Tier1 厂商的认证，在环视、倒车影像领域与多家欧洲 TIer1 厂商的签订供应合同，今年开始批量出货。车载镜头具有较高的技术壁垒和行业壁垒，能与全球知名汽车电子产商达成广泛合作证明了公司在车载镜头领域的实力。通过本次 Mobileye 认证的背书，未来联创电子有望进一步拓宽市场，实现车载镜头出货量逐步攀升。

赛格导航（832770.OC）：AVM 环视系统获 CES 奖项，关注 ADAS 领域产销量

赛格导航主要从事车联网产品、汽车智能产品的研发、制造，以及 TSP 车联网运营服务。在 ADAS 领域，赛格导航主要布局 AVM 环视系统，单目摄像头以及毫米波雷达相关产品。2018 年 CES 亚洲消费类电子产品展上，赛格导航的 AVM 环视系统获得 CES Asia 创新奖产品，得到媒体和下游客户的追捧。未来可关注赛格导航在相关领域的布局和产品销售情况。

新三板团队介绍：

在财富管理和创新创业的两大时代背景下，广证恒生新三板构建“研究极客+BANKER”双重属性的投研团队，以研究力为基础，为企业量身打造资本运营计划，对接资本市场，提供跨行业、跨地域、上下游延伸等一系列的金融全产业链研究服务，发挥桥梁和杠杆作用，为中小微、成长企业及金融机构提供闭环式持续金融服务。

团队成员：

袁季（广证恒生总经理兼首席研究官）：长期从事证券研究，曾获“世界金融实验室年度大奖—最具声望的100位证券分析师”称号、2015及2016年度广州市高层次金融人才、中国证券业协会课题研究奖项一等奖和广州市金融业重要研究成果奖，携研究团队获得2013年中国证券报“金牛分析师”六项大奖。2014年组建业内首个新三板研究团队，创建知名研究品牌“新三板研究极客”。

赵巧敏（新三板研究总监、副首席分析师）：英国南安普顿大学国际金融市场硕士，8年证券研究经验。具有跨行业及海外研究复合背景，曾获08及09年证券业协会课题二等奖。具有多年A股及新三板研究经验，熟悉一二级资本市场运作，专注机器人、无人机等领域研究，担任广州市开发区服务机器人政策咨询顾问。

温朝会（新三板副团队长）：南京大学硕士，理工科和经管类复合专业背景，七年运营商工作经验，四年市场分析经验，擅长通信、互联网、信息化等相关方面研究。

黄莞（新三板副团队长）：英国杜伦大学金融硕士，具有跨行业及海外研究复合背景，负责教育领域研究，擅长数据挖掘和案例分析。

司伟（新三板高端装备行业负责人）：中国人民大学管理学硕士，理工与经管复合专业背景，多年公募基金从业经验，在新三板和A股制造业研究上有丰富积累，对企业经营管理有深刻理解。

陆彬彬（新三板主题策略研究员）：美国约翰霍普金斯大学金融硕士，负责新三板市场政策、私募机构、投后管理等领域研究，擅长数据挖掘和政策分析。

魏也娜（新三板TMT行业研究员）：金融硕士，中山大学遥感与地理信息系统学士，3年软件行业从业经验，擅长云计算、信息安全等领域的研究。

刘锐（新三板医药行业研究员）：中国科学技术大学有机化学硕士，具有丰富的国内医疗器械龙头企业产品开发与管理经验，对医疗器械行业的现状与发展方向有深刻的认识，重点关注新三板医疗器械、医药的流通及服务行业。

胡家嘉（新三板医药行业研究员）：香港中文大学生物医学工程硕士，华中科技大学生物信息技术学士，拥有海外知名实业工作经历，对产业发展有独到理解。重点研究中药、生物药、化药等细分领域。

田鹏（新三板教育行业研究员）：新加坡国立大学应用经济学硕士，曾于国家级重点经济期刊发表多篇论文，具备海外投资机构及国内券商新财富团队丰富研究经历，目前重点关注教育领域。

于栋（新三板高端装备行业研究员）:华南理工大学物理学硕士，厦门大学材料学学士，具有丰富的一二级研究经验，重点关注电力设备及新能源、新材料方向。

史玲林（新三板大消费行业研究员）：暨南大学资产评估硕士、经济学学士，重点关注素质教育、早幼教、母婴、玩具等消费领域。

李嘉文(新三板主题策略研究员)：暨南大学金融学硕士，具有金融学与软件工程复合背景，目前重点关注新三板投资策略，企业资本规划两大方向。

联系我们：

邮箱：lubinbin@gzgzhs.com.cn

电话：020-88832292

广证恒生：
地址：广州市天河区珠江西路 5 号广州国际金融中心 4 楼
电话：020-88836132，020-88836133
邮编：510623

股票评级标准：

强烈推荐：6 个月内相对强于市场表现 15%以上；
谨慎推荐：6 个月内相对强于市场表现 5%—15%；
中性：6 个月内相对市场表现在-5%—5%之间波动；
回避：6 个月内相对弱于市场表现 5%以上。

分析师承诺：

本报告作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点。在作者所知情的范围内，公司与所评价或推荐的证券不存在利害关系。

重要声明及风险提示：

我公司具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供广州广证恒生证券研究所有限公司的客户使用。

本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证我公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保。我公司已根据法律法规要求与控股股东（广州证券股份有限公司）各部门及分支机构之间建立合理必要的信息隔离墙制度，有效隔离内幕信息和敏感信息。在此前提下，投资者阅读本报告时，我公司及其关联机构可能已经持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，或者可能正在为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。法律法规政策许可的情况下，我公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开前已经通过其他渠道独立使用或了解其中的信息。本报告版权归广州广证恒生证券研究所有限公司所有。未获得广州广证恒生证券研究所有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“广州广证恒生证券研究所有限公司”，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

市场有风险，投资需谨慎。